Phyſikaliſches
Wörterbuch

oder

Erklärung der vornehmſten zur Phyſik
gehörigen Begriffe und Kunſtwörter

ſo wohl

nach atomiſtiſcher als auch nach dynamiſcher
Lehrart betrachtet

mit

kurzen beygefügten Nachrichten von der Geſchichte der
Erfindungen und Beſchreibungen der Werkzeuge

in

alphabetiſcher Ordnung

von

D. Johann Carl Fiſcher
der Philoſophie Prof. zu Jena und verſchiedener gelehrten
Geſellſchaften Ehrenmitgliede.

Vierter Theil.

Von Pnev. bis S.

Mit fünf Kupfertafeln in Quart.

Göttingen
bey Heinrich Dieterich.
1801.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Phyſikaliſches
Wörterbuch

oder

Erklärung der vornehmſten zur Phyſik gehörigen Begriffe und Kunſtwörter.

Pnevmatik (pnevmatica). Unter dieſem Nahmen hat Herr **Karſten** die Theorie von der Bewegung elaſtiſcher flüſſiger Maſſen vorgetragen. Es iſt bereits unter dem Artikel, **Aerometrie**, bemerket worden, daß alle Materie überhaupt elaſtiſch, und daß unter den elaſtiſchen flüſſigen Materien beſonders die Gasarten zu verſtehen ſind. In eben dieſem Artikel iſt ferner angezeiget worden, daß die **Aerometrie** in die beyden Haupttheile **Aeroſtatik** und **Pnevmatik** oder **Aeromechanik** abgetheilet werden könne. Da nun in den Lehren von der Bewegung elaſtiſcher flüſſiger Maſſen manches vorausgeſetzet werdeu muß, das in der Natur nicht völlig Statt findet, ſo ſieht man, daß dieſe Lehre noch manchen Schwierigkeiten unterworfen iſt. Herr **Karſten** gibt in ſeiner Pnevmatik Unterricht von den Geſetzen über die Bewegung der Luft durch kleine Oeffnungen und Röhren von unbeſtimmter Länge, wendet dieſe auf die Berechnungen der Luftpumpen und Windbüchſen an, und verbindet hiermit die Lehre von der Gewalt des Schießpulvers. Zuletzt trägt er die Theorie vom Windſtoße, vom Anemometer und von den Windflügeln vor.

M. ſ. **Karſten** Lehrbegriff der geſammten Mathematik. Th. VI. Greifswalde 1771. 8.

Pnevmatiſch-chemiſcher Apparat pnevmatiſch-chemiſche Geräthſchaft (apparatus pnevmato-chemicus, appareil pnevmato-chemique). Es iſt bekannt, daß die Naturlehre durch Entdeckung der verſchiedenen Gasarten oder der luftförmigen Stoffe ungemein bereichert worden iſt. Um nun alle dieſe Luftgattungen beſonders aufzufangen, und mit ſelbigen die nöthigſten Verſuche anſtellen zu können, iſt es nothwendig geworden, daß man mit einer eigenen dazu dienlichen Geräthſchaft verſehen ſey, welche unter dem allgemeinen Nahmen des **pnevmatiſch-chemiſchen Apparats** begriffen wird.

Gewöhnlich werden die ſich entwickelten Luftarten in gläſernen Cylindern oder in andern gläſernen Gefäßen, welche den Glocken der Luftpumpe ähnlich ſind, geſammelt. Hierbey

bey muß aber die atmoſphäriſche Luft ganz abgeſondert bleiben, weil dieſe ſich ſonſt mit jenen vermiſchen würde. Aus dieſem Grunde werden ſie durch flüſſige Materien geſperrt, ſo daß die luftförmigen Stoffe vermöge ihrer ſpecifiſchen Leichtigkeit ſich in den obern Theil der gläſernen Gefäße begeben, und der untere Theil derſelben durch eine flüſſige Materie ausgefüllet, mithin der Zugang der atmoſphäriſchen Luft abgeſchnitten iſt. Bey ſolchen Gasarten, die ſich mit dem Waſſer nicht vermiſchen, iſt dieſe flüſſige Materie gewöhnlich Waſſer; bey andern hingegen, die von dem Waſſer eingeſogen werden, iſt ſie das Queckſilber. Daher theilet ſich der pnevmatiſch-chemiſche Apparat in den **Waſſerapparat** und **Queckſilberapparat**.

Schon D. **Hales** und andere hatten den Gedanken in Ausführung gebracht, bey ihren Verſuchen über die Luft Gefäße mit Waſſer zu gebrauchen, in welchen gläſerne Glokken mit Waſſer angefüllt umgeſtürzt waren, und in welche ſie die aus den Körpern entwickelte Luft hinleiteten, welche ſich in den obern Theil der gläſernen Gefäße begab, und vermöge ihrer Elaſticität das Waſſer herabdruckte. Dieſen Gedanken hat jedoch D. **Prieſtley** bey den nachmahligen weitern Entdeckungen der verſchiedenen Luftarten in der Anwendung mehr zu vereinfachen und zur Anſtellung der Verſuche vollkommener einzurichten geſuchet, ſo daß man dieſen als den Erfinder von dem jetzt üblichen pnevmatiſch-chemiſchen Apparat anſehen kann. Dieſe ſeine erſte Erfindung beſchreibet er in der Schrift: Verſuche und Beobachtungen über verſchiedene Gattungen der Luft, a. d. Engl. überſ. Th. I. Wien und Leipzig 1778. 8. Nachher ſind noch einige Abänderungen daran gemacht worden.

Zu den weſentlichen Stücken dieſes Apparats gehören folgende:

1. Ein etwas großes Gefäß, wie eine Wanne, von 3 bis 4 Fuß Länge, 18 bis 20 Zoll Tiefe, und eben ſo großer Breite. Es kann dieſes aus Holz, oder aus inwendig verzinntem Kupfer verfertiget werden. Eine ſolche Wanne von

Holz kann mit eiſernen Reifen umleget, und auswendig mit einer Oelfarbe angeſtrichen werden. Um ſie bequem von einem Orte zum andern zu bringen, werden zu beyden Seiten von außen meſſingene oder eiſerne Handhaben angebracht. Unten muß dieſe Wanne mit einem Hahn verſehen werden, um das Waſſer, womit man ſie beym Gebrauch hat füllen müſſen, nöthigen Falls wieder abzulaſſen. Zu deſto mehrerer Bequemlichkeit läßt man ein Fußgeſtelle dazu machen, das etwa 18 Zoll hoch ſeyn kann, damit der obere Rand, wenn die Wanne auf dem Fußgeſtelle ſteht, ungefähr 3 Fuß hoch über dem Fußboden erhaben iſt. Etwa 2 bis 4 Zoll tief unter dem obern Rande wird der Länge nach in dieſer Wanne, wenn ſie von Holz iſt, ein Bret in horizontaler Lage befeſtiget, oder ſtatt deſſen eine kupferne verzinnte Platte, wenn die Wanne aus Kupfer gemacht iſt. Gewöhnlich wird dieſes das **Traggeſimſe** genannt, weil es beſtimmt iſt, gläſerne Gefäße darauf zu ſtellen. Nach der Breite muß daſſelbe nur den dritten Theil, oder höchſtens die Hälfte von der Breite der Wanne einnehmen; auch muß es in einer Entfernung von 12 bis 15 Linien von dem Rande, welcher dem Innern der Wand zugekehret iſt, mit einer Reihe von Löchern drey bis vier Zoll weit aus einander durchbohrt ſeyn. Durch jedes von dieſen Löchern wird von unten ein Trichter mit einer kurzen Röhre ſo geſtecket, daß der koniſche Theil nach unten zugekehret iſt, und in dieſer Lage werden die Trichter gehörig befeſtiget. Die ſo zubereitete Wanne wird hiernächſt mit reinem Waſſer ſo hoch angefüllt, daß es wenigſtens 15 bis 18 Linien hoch über dem Traggeſimſe ſtehe.

2. Auch muß man mit einigen gläſernen cylindriſchen Gefäßen von 12 bis 25 Zoll Höhe, auch wohl etwas mehr, verſehen ſeyn: die eine Grundfläche muß entweder völlig geſchloſſen ſeyn, oder mittelſt eines eingeriebenen gläſernen Stöpſels verſchloſſen werden können, die andere Grundfläche aber muß ganz offen ſeyn. Die Glocken beſitzen auch wohl oben einen Knopf, um ſie mit Bequemlichkeit aufzuheben. Uebrigens müſſen dieſe cylindriſche Gefäße ſo genau als mög-

lich verfertiget ſeyn, um aus der Höhe der darin befindlichen flüſſigen Materie auf ihren körperlichen Inhalt ohne merklichen Fehler ſchließen zu können. In dergleichen Gefäße werden nun die Gasarten hineingeleitet, wenn man dazu vorher folgende Vorbereitung macht. Man taucht das Gefäß, welches eine Gasart aufnehmen ſoll, in der Wanne ganz unter Waſſer, ſo daß es ſich damit anfülle, und keine Luftblaſe darin bleibe. In einer ſolchen Stellung, wobey die Oeffnung unten befindlich iſt, zieht man das Gefäß vorſichtig über dem Waſſer nur ſo hoch empor, daß man es mit der offenen Grundfläche auf das Traggeſimſe über eine von dem mit dem Trichter nach unten verſehenen Oeffnung ſtellen kann, ohne Luft hinein zu laſſen; auf ſolche Art bleibt es voll Waſſer, weil der Druck der Atmoſphäre auf die Oberfläche des in der Wanne befindlichen Waſſers noch weit größer iſt, als das Gewicht der Waſſerſäule, die das gläſerne Gefäß über der Waſſerfläche enthält. M. ſ. **Luft**.

3. Außer dieſen zur Aufnahme der künſtlichen Luft dienlichen gläſernen Gefäßen muß man noch andere in der Form von Flaſchen, Bouteillen oder Kolben und Retorten zur Hand haben, in welchen die künſtliche Luft aus den Körpern zuerſt entwickelt, und zugleich aus dieſen in jene Gefäße hinüber geleitet wird. Um Kalkerden oder Laugenſalze aufzulöſen, dienet eine Flaſche, welche außer dem gewöhnlichen offenen Halſe ſeitwärts noch eine andere Oeffnung hat, um eine gebogene Röhre, wie (fig. 1.) abcd vorſtellet, mit Kütte darin zu befeſtigen, damit ihr offenes Ende d ohne Schwierigkeit von unten in die Oeffnung des Traggeſimſes geſtecket werden könne, welche mit dem gläſernen Gefäße bedecket iſt. Sonſt kann man auch eine gewöhnliche Flaſche oder einen Kolben wählen, und durch den Kork, womit die Flaſche oder der Kolben verſtopfet wird, eine Röhre, die ſo wie abcd gebogen iſt, durchgehen laſſen; da alsdann dieſe Röhre in den Kork befeſtiget ſeyn muß, damit man ſie mit dem Kork zugleich von der Flaſche oder dem Kolben abnehmen kann. In die Flaſche bringt man die Kalkerde, oder was ſtatt ihrer gewählet

wählet wird, gießt die Säure darüber, und verſtopfet die Flaſche. Beym anfänglichen Aufbrauſen läßt man die erſten Dämpfe durch die Röhre in die freye Luft hinausgehen, damit ſie die in der Flaſche befindliche atmoſphäriſche Luft mit hinaustreiben. Sobald man glaubt, daß die gemeine Luft herausgetreten ſey, wird das Ende d der Röhre gehörig durch die im Traggeſimſe unter dem gläſernen Gefäße befindliche Oeffnung durchgeſteckt. Die Luft, welche nun während der Auflöſung ferner entwickelt wird, ſteigt in Geſtalt von Blaſen in dem gläſernen Gefäße auf, und treibt nach und nach das Waſſer heraus, bis endlich das ganze Gefäß mit der Luft ſtatt des Waſſers erfüllt und auf ſolche Art die Luft im Waſſer geſperrt wird. Bey metalliſchen und allen andern Auflöſungen, wenn ſich Luft dabey entwickelt, iſt die Einrichtung in der Hauptſache dieſelbe.

Beym Verbrennen und Verkalken, auch bey Reductionen der Metalle aus ihren Kalken mit oder ohne Zuſatz vom Brennbaren, wenn etwa eine ſtarke Erhitzung nöthig iſt, unterſcheidet ſich das Verfahren von dem vorhin beſchriebenen nur darin, daß die Form und übrige Beſchaffenheit des Gefäßes anders ſeyn muß, worin die Verkalkung oder Reduction geſchehen ſoll. Gewöhnlich dient eine gläſerne Retorte, mit deren Halſe die gehörig gebogene Röhre verbunden wird, dazu. Die Retorte kann alsdann mit einer unter ihrem Bauche geſtellten Lichtflamme erhitzet werden. Wenn aber mehr Hitze nöthig iſt, wie bey der Wiederherſtellung des Queckſilbers aus ſeinem Kalke mit oder ohne Zuſatz vom Brennbaren; ſo bedienet man ſich eines kleinen tragbaren chemiſchen Ofens, den man ſo nahe, als nöthig, bey dem vorhin beſchriebenen Gefäß mit Waſſer und der übrigen Geräthſchaft hinſtellen kann. Bey Wiederherſtellung der übrigen Metalle, und Calcinirung der kalkartigen Erden, iſt zu viele Hitze nöthig, als daß eine gläſerne Retorte derſelben ausgeſetzet werden könnte. Alsdann bedienet man ſich entweder beſchlagener gläſerner oder irdener Retorten, welche ins Sandbad geſtellet, oder ins freye Feuer geleget werden können. Auch werden

den hierbey die Leitungsröhren, um das Zerſprengen zu verhüten, gewöhnlich von Blech gemacht; wenn aber die entwickelten Luftarten das Metall angreifen, ſo müſſen ſie doch von Glas ſeyn. Auch bedient man ſich wohl eines Flintenlaufs, von welchem das eine Ende mit den hineingebrachten Materialien ins freye Feuer geleget, das andere aber mit der gebogenen Röhre verſehen, oder auch gleich unmittelbar unter dem Trichter der Wanne, über welchem das Auffangungsgefäß ſtehet, gebracht wird.

Wenn man ein auf dem Traggeſimſe mit Luft entweder ganz oder zum Theil angefülltes Gefäß aus der Wanne wegnehmen will, ſo bringt man einen porzellanen, hölzernen oder irdenen Teller unter das Waſſer, und ſchiebt das Gefäß ſo darauf, daß die untere Oeffnung beſtändig unterm Waſſer bleibt. Iſt es auf dieſe Weiſe auf dem Teller niedergeſetzet, ſo kann man es mit dem Teller aus dem Waſſer heben, und auf die Seite ſetzen; da alsdann die im Gefäße befindliche Luftart durch das zurückgebliebene Waſſer auf dem Teller geſperrt wird.

Soll eine Luftart in Flaſchen mit engen Hälſen oder in Röhren aufgefangen werden, ſo gebrauchet man kurzröhrige, flache, gläſerne Trichter, welche in die Oeffnung der mit Waſſer angefüllten umgekehrten Flaſchen oder Röhren geſtecket, und mit dieſen über ein Loch im Traggeſimſe der Wanne gebracht werden. Eine ſolche Flaſche wird alsdann, wenn ſie mit einer Luftart völlig angefüllt iſt, vermittelſt eines Korkes oder eines eingeriebenen Stöpſels unter dem Waſſer verſtopft, mit Wachs verwahret, oder mit ihrer Oeffnung in einer Schale voll Waſſer ſtehen gelaſſen, um ſie zum Gebrauche ſogleich zu Händen zu haben.

Was den Queckſilberapparat betrifft, welcher für diejenigen Gasarten, welche zu ſchnell von dem Waſſer eingeſogen werden, beſtimmt iſt, ſo iſt dieſer beſonders nach des Herrn **Dûc de Chaulnes** Einrichtung im Weſentlichen dem Waſſerapparat ähnlich. Alles iſt nur wegen des Preiſes und des ſpecifiſchen Gewichtes des Queckſilbers viel kleiner. Die

Haupt-

Hauptwanne, welche das Queckſilber ſtatt des Waſſers enthalten muß, wird alsdann am beſten aus Holz gemacht, ſo groß, daß ſie höchſtens 80 bis 100 Pfund Queckſilber faſſet. Das Traggeſimſe von Holz wird eben ſo wie beym Waſſerapparat befeſtiget. In dieſem Geſimſe befindet ſich eine Oeffnung, welche unten trichterförmig ausgearbeitet iſt, oben aber ſich in eine kleine ¼ Zoll hohe Röhre endiget, welche ungefähr ½ Zoll im Durchmeſſer hat. Dieſe Vorrichtung iſt dieſerwegen nothwendig, damit man wegen der Undurchſichtigkeit des Queckſilbers dieſe Stelle fühlen könne. Wegen des großen ſpecifiſchen Gewichtes des Queckſilbers, und wegen der Kleinheit der gläſernen Gefäße, in welche die Luftart geleitet wird, können dieſe für ſich allein nicht ſtehen, wenn ſie mit der Luft angefüllt ſind; daher muß entweder etwas ſchweres auf ſie geleget, oder ſie müſſen gehalten werden. Herr **Karſten** hat zu dieſer Abſicht eine bequeme Vorrichtung des Queckſilberapparats angegeben, bey welcher er zugleich auf eine leichte Verrichtung aller dabey nöthigen Arbeiten Rückſicht genommen. Nach der Beſchreibung und Abbildung des Herrn **Gren** *) beſtehet ſie in folgenden:

An einem viereckten Kaſten (fig. 2.) a b c, von ſtarkem eichenen Holze, deſſen Länge b c 15 rheinl. Zolle, und die Tiefe inwendig 2 Zolle beträgt, ſind hinten bey d an jeder Seitenwand zwey hölzerne Arme e d ſenkrecht befeſtiget, und bey e gabelförmig ausgeſchnitten, um den Querarm f aufzunehmen, welcher durch den andrückenden Riegel bey g höher und niedriger geſtellet werden kann. Dieſer Querriegel f dienet, die gläſernen Gefäße, welche auf dem Geſimſe der darunter ſtehenden pnevmatiſchen Wanne ſtehen, feſt zu halten und nieder zu drücken. Die eigentliche pnevmatiſche Wanne, welche in jenen Kaſten geſtellet wird, iſt i k n o q. Das Geſimſe dieſer Wanne muß gerade quer unter dem Balken f zu ſtehen kommen. Die Wanne iſt aus recht dicht zuſammengefügtem und zuſammengeleimtem Holze verfertiget. Ihre Breite i k beträgt von außen 6 Zoll, die

 Höhe

*) Journal der Phyſik. B. I S. 201 f.

Höhe 8 Zoll und die Länge 10 Zoll. Um den Raum für das Queckſilber ſo gering als möglich zu machen, und gleichwohl am Flächenraume des Geſimſes zu gewinnen, iſt derjenige Theil der Wanne, welcher das Geſimſe enthält, bey n o und p über die Seitenwände hervorragend. Es befindet ſich das Geſimſe 2 Zoll unter dem Rande der Wanne, hat eine Länge von 11½ Zoll, und eine Breite von 2¼ Zoll. In der Mitte hat dieſes Geſimſe h eine Oeffnung, worin ein umgekehrter knöcherner Trichter befeſtiget iſt, um die Gasarten in das Gefäß, welches über ſelbigem auf dem Geſimſe ſtehet, zu leiten. Die beyden Seitenwände i und k, und die vordere Wand beſtehen aus zwey Lagen recht dicht über einander geleimten Holzes, wovon die innere ſtärkere r nicht ſo hoch iſt, als die äußere q, welche über jene etwa ¾ Zoll hervorraget. In dem einen Winkel, welchen der hervorragende Theil des Geſimſes mit dem vordern Theile der Wanne macht, iſt die Röhre f angebracht, deren obere Oeffnung dem hervorſtehenden Theile der innern dicken Seitenwand gleich ſtehet. Durch dieſe Röhre kann das Queckſilber ablaufen, wenn es ſich in der Wanne dadurch anhäufet, daß die auf dem Geſimſe mit Queckſilber angefüllten ſtehenden Gefäße durch die hineingeleitete Luft ausgeleeret werden, oder bey dem Untertauchen eines Gefäßes und der Handthierung in dem Queckſilber der Wanne dieſes bis über r in die Höhe ſteigt. Es ſammelt ſich alsdann in dem äußern Kaſten a b c oder in einer unter die Röhre f geſtellten Schale.

Der innere Raum im vordern Theile der Wanne beträgt an Breite 3½ Zoll, und an Tiefe 5¼ Zoll (die Höhe aber nur bis r gerechnet). Vier Zoll hoch über dem Boden liegt die obere Oeffnung des Geſimſes h, welches ein eichenes Bretchen von ½ Zoll Dicke iſt. Unter dem Geſimſe beträgt die innere Länge der Wanne 8¾ Zoll, oben bis an das Geſimſe aber 6½ Zoll. Iſt das Geſimſe 1 Zoll hoch mit Queckſilber bedeckt, ſo enthält davon die Wanne 167¾ Cubikzoll rheinl. Maß oder nahe 88 Pfund. Um alſo zum Füllen der gläſernen Gefäße, zum Sperren der mit Luft gefüllten

füllten und vom Geſimſe weggenommenen Gefäße u. ſ. die gehörige Menge Queckſilber vorräthig zu haben, muß man wenigſtens 110 Pfund davon beſitzen.

Zur Aufſammlung der verſchiedenen Luftarten dienen am beſten ſtarke gläſerne Cylinder von 6 bis 8 Zoll Höhe, welche an einem Ende offen ſind, und am andern mit einem eingeriebenen Stöpſel verſchloſſen werden können, oder Gläſer mit eingeriebenen Stöpſeln.

Bey der Auffangung verſchiedener Luftarten iſt es anzurathen, auf jedes cylindriſche Gefäß einen Streifen Papier mit dem Nahmen der hineinzuleitenden Luftgattung zu kleben, damit man ſie nicht verwechſele, wenn ihrer mehrere auf dem Traggeſimſe ſtehen. Will man eine Luftart aus dem einen Gefäße in ein anderes überleiten, ſo bringt man letzteres mit der flüſſigen Materie der Wanne angefüllt über das Loch des Traggeſimſes, das erſtere Gefäß aber mit nach unten gekehrter Mündung in die flüſſige Materie, öffnet es unter ſelbiger, bringt die Mündung nach und nach unter den Trichter, und läßt durch allmähliges Neigen die darin enthaltene Luft in Blaſen in die Höhe ſteigen, und durch den Trichter in das andere Gefäß gehen. Wenn man in einerley Recipienten verſchiedene Luftgattungen in einem vorgeſchriebenen Verhältniſſe mit einander vermiſchen ſoll, ſo muß man mit kleinen gläſernen Cylindern verſehen ſeyn, wovon man den körperlichen Inhalt kennet. Einen ſolchen Cylinder füllt man Anfangs ein oder mehrere Mahl nach einander mit der einen Luftart, welche jedes Mahl daraus in einen größern Cylinder geleitet wird; hiernächſt kann eben derſelbe kleine Cylinder auch ſo viel Mahl, als es verlangt wird, mit einer andern Luftart angefüllt, und daraus in denſelben größern Cylinder geleitet werden.

Bey allen dieſen Arbeiten kommen Handgriffe vor, die man am beſten durch Uebung erlernet. Verſchiedene hieher gehörige Vorſchriften hat Dr. **Prieſtley** in der angeführten Schrift gegeben.

Wenn bey dem beſchriebenen Verfahren mit dem pnevmatiſch-chemiſchen Apparate die Luft in dem Gefäße, worin die Luftart entwickelt wird, ſich wieder abkühlet, oder ſonſt eine Abſorption erfolget, ſo kann es kommen, daß der Druck der äußern Luft die Flüſſigkeit der Wanne in die gläſernen Gefäße zurückdrückt, und dieſe dadurch zum Zerbrechen gebracht werden können. Um dieſes zu verhüten, muß bey dem beſchriebenen pnevmatiſch-chemiſchen Apparate die Mündung der Röhre aus der Wanne herausgenommen werden. Herr **Lavoiſier** hat einen eigenen pnevmatiſch-chemiſchen Deſtillirapparat umſtändlich beſchrieben *), an welchem Herr **Haſſenfratz** durch Anbringung einer ſo genannten Sicherheitsröhre die Gefahr, daß die gläſernen Gefäße durch die zurückgedrückte Flüſſigkeit zerſpringen möchten, abzuwenden geſuchet. Nach **Lavoiſiers** Einrichtung wird nämlich die Deſtillation aus einer Retorte verrichtet, deren Holz mit einem Ballon zuſammengefüget iſt. Der Ballon beſitzet zwey Oeffnungen, eine von der Seite, worin der Hals der Retorte hineingehet, die andere aber oben, in welche eine gläſerne Röhre eingepaßt iſt. Oben iſt dieſe Röhre umgebogen, und geht mit der andern Oeffnung in eine Flaſche herab, welche die erſte von einer Reihe mehrerer an einander befindlichen Flaſchen iſt. Alle dieſe Flaſchen ſind durch Glasröhren ſo mit einander verbunden, daß in jeder derſelben die zuführende Röhre in diejenige flüſſige Materie gehet, womit die Flaſche angefüllet iſt, die Oeffnung der abführenden Röhre aber dieſe Flüſſigkeit nicht erreichet. Die abführende Röhre aus der letzten Flaſche endiget ſich unter eine gläſerne Glocke, welche auf dem Traggeſimſe der Wanne ſtehet. In die erſte Flaſche wird gewöhnlich ein bekanntes Gewicht Waſſers gefüllt, in die folgenden ätzendes Gewächslaugenſalz mit Waſſer verdünnt; die flüſſigen Materien, welche dieſe Flaſchen enthalten, ſo wie auch die Flaſchen ſelbſt, müſſen genau abgewogen werden. Hiernächſt verküttet

*) Traité element. de chemie. T. II. p. 451 f.; aus dem Franz. überſ. von Hermbſtädt. B. II. S. 100 f.

küttet man alle Fugen, und zwar die am Ballon mit fettem Kütt, worüber Leinwand mit Kalk und Eyweiß getränkt geſchlagen wird, die andern mit einem Kütt aus gekochtem Terpentin, welcher mit Wachs zuſammengeſchmolzen iſt. Bey einer ſolchen Einrichtung bleiben alle diejenigen flüchtigen Produkte, welche ſich durch die Abkühlung verdichten, in dem Halſe der Retorte und in dem Ballon zurück, die Luftarten hingegen gehen durch die Flaſchen, und ſteigen in Blaſen durch die darin enthaltenen flüſſigen Materien in die Höhe; dasjenige, was vom Waſſer eingeſogen wird, bleibt in der erſten, was das Laugenſalz in ſich nimmt, in den folgenden Flaſchen zurück; diejenigen Luftarten endlich, welche weder vom Waſſer, noch vom Laugenſalze verſchluckt werden, gehen durch die letzte Röhre in die Glocken des Apparats. Von der Richtigkeit dieſes Verfahrens überzeuget man ſich dadurch, wenn das Gewicht der Stoffe vor und nach der Operation ein und dasſelbe bleibt. Nach **Lavoiſiers** Vorſchrift kann man mit keinem Reſultate zufrieden ſeyn, bey welchem der Unterſchied des Gewichtes vor und nach der Operation auf ein Pfund Stoff, welcher zum Verſuche genommen wurde, über 6 bis 8 Gran beträgt. Um nun aber der Gefahr, daß nach dem Erkalten der Retorte oder durch andere unvermeidliche Umſtände, das Waſſer der Wanne ſogar oft bis zum Ballon der Retorte zurückgedruckt würde, auszuweichen, wählte Herr **Haſſenfratz** Flaſchen mit drey Mündungen, in deren beyden äußerſten er die zuführende und abführende Röhre gehen läßt, durch die mittlere aber die ſogenannte Sicherheitsröhre, d. i., eine offen bleibende Haarröhre ſteckt, wovon das untere Ende in die flüſſige Materie der Flaſche geht. Geſchieht nun eine Abſorption des ſchon entſtandenen Gas, ſo tritt durch dieſe Röhre die äußere Luft ein, welche den entſtandenen leeren Raum ausfüllt. Durch dieſe Vorrichtung entſtehet bloß dieſer geringe Nachtheil, daß in den Produkten, welche durch dieſe Operation gewonnen werden, eine geringe Quantität gemeiner Luft beygemiſchet wird.

Weil

Weil bey Vermiſchung verſchiedener Luftarten und bey andern vorkommenden Umſtänden manche Schwierigkeiten Statt finden, den Luftgehalt durch den gemeinen pnevmatiſch-chemiſchen Deſtillirapparat genau zu beſtimmen, ſo kam **Lavoiſier** zuerſt auf den Gedanken, die Gasarten durch Spritzen auszuſaugen, und aus einem Gefäße ins andere zu leiten. Von dieſer Einrichtung, welche als eine Abänderung des Apparats im Allgemeinen anzuſehen iſt, und ſelbſt als Eudiometer gebrauchet werden kann, hat Herr **Wilke** *) eine deutliche Beſchreibung gegeben. In einem Gefäße (fig. 3.) ab, von Eiſenblech, das mit Oelfarbe angeſtrichen iſt, hängen an dreyen Stangen c, c, c drey birnförmige Luftflaſchen d, e, f, welche ſo abgewogen ſind, daß ſie halb mit Luft angefüllt gerade auf dem Waſſer, ohne umzufallen, ſchwimmen. Die Oeffnungen dieſer Flaſchen ſind unter der Waſſerfläche des Gefäßes ab. Zuerſt werden die Flaſchen mit Waſſer, und hiernächſt mittelſt Einbringung der Spritzröhre mit einer Luftart angefüllt. Die Spritze hat an ihrer gebogenen Röhre einen aufgehenden Schenkel, welcher eine ſolche Länge beſitzet, daß er bis an den obern Theil der Flaſchen d, e, f reicht, und welcher ſo feſt iſt, daß damit die Flaſchen gehoben werden können. Bey g iſt eine Glaskugel mit zwey Hälſen an die obere Oeffnuug der Spritze befeſtiget. Die Spritze hi ſelbſt beſteht aus einem ganz glatten gleich weitem Cylinder von Meſſing, in welchen ein Stempel mit Leder überzogen genau paſſet; die Zugſtange ik iſt vierkantig, und der ganzen Länge nach in Zolle und Linien abgetheilet, welche noch mittelſt eines am Loche i angebrachten Nonius in Zehntheile getheilet werden. Hierdurch wird alſo der innere Raum der Spritze in Hunderttheile eines Zolles abgetheilet. Dieſe Vorrichtung dienet vorzüglich zur genauen Abmeſſung der verſchiedenen Luftarten und zur Vermiſchung derſelben in jedem beliebigen Verhältniſſe.

Will

*) Schwediſche Abhandl. B. IV. 1785. Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. III. St. 4. S. 106 f.

Will man ſie zum Eudiometer gebrauchen, ſo wird alsdann von den Flaſchen die eine mit der Salpeterluft, und die andere mit der zu prüfenden Gasart angefüllt. Hierauf zieht man mit der Spritze aus dieſen Flaſchen gleiche oder auch verhältnißmäßige Theile aus, und bringt ſie in die mittelſte Flaſche e zuſammen. Nun ſtellt man die Spritze genau auf die anfängliche Abtheilung, und zieht den Rückſtand der Luft in die Spritze ein, da denn das Volumen derſelben unmittelbar an den Graden der Stange abgemeſſen werden kann. Bey dieſer Prüfung müſſen alle Theile der Geräthſchaft eine hinlängliche Zeit hindurch an einerley Ort geſtanden und einerley Temperatur angenommen haben. Außerdem müſſen die Flaſchen während dem Einſaugen nicht an ihren Armen hängen bleiben, ſondern mittelſt der eingeſteckten Spritzröhre ſelbſt abgehoben und ſo verſenket werden, daß das innere Waſſer mit dem äußern im Gefäße beſtändig in einerley Höhe bleibt, mithin die eingeſchloſſene Luft mit der äußern gleiche abſolute Elaſticität behält. Beym Ausziehen der Spritzröhre aus der Flaſche muß man Sorge tragen, daß weder eine Luftblaſe herausgehe, noch hineinkomme, welches die Menge der abgemeſſenen Luft abändern würde. Zu dieſem Ende iſt es rathſam, über die Luft in der Spritzröhre etwas Waſſer zu ziehen, welches bey der Abmeſſung ſelbſt wieder herausgetrieben wird. Läßt man die Salpeterluft zu der zu prüfenden hinzu, ſo muß die Spritzröhre ſo hoch hinaufgebracht werden, daß die Salpeterluft nicht erſt durchs Waſſer gehen darf. Man ſieht wohl, daß dieſe Einrichtung zum Gebrauche des Eudiometers etwas zu zuſammengeſetzet iſt. Uebrigens hat Herr **Wilke** auch einen zum Eudiometer dienenden Queckſilberapparat beſchrieben.

Auch hat Herr **Göttling** [a]) Vorſchriften gegeben, die Luftarten aus einem Gefäße ins andere zu bringen.

Der Herr Cameralbaudirektor **Gruber** [b]) in Prag hat eine eigene Einrichtung zur Beſtimmung des Luftgehaltes in verſchie-

[a]) Beſchreibung verſchiedener Blaſenmaſchinen. Erfurt 1784. 4.
[b]) Grens Journal der Phyſik. B. VIII. S. 163 f.

verſchiedenen Flüſſigkeiten beſchrieben. Die Methode beſteht bloß darin, die Verſuche im leeren Raume über dem Queckſilber einer Barometerröhre anzuſtellen. Zu dieſem Ende nimmt er eine 50 pariſer Zoll lange, 4 Linien weite, ½ bis ¾ Linien ſtarke und genau calibrirte Barometerröhre, und ſtellt ſie in einem dazu eingerichteten Becken ſenkrecht auf. Von oben herab wird vermittelſt eines beweglichen Maßſtabes, welcher in Zolle und Linien abgetheilet iſt, die Länge der Luft-, Waſſer- und Queckſilberſäule abgezählet. Dieſer Maßſtab gibt zugleich nach dem zugehörigen Caliber das Grangewicht des Queckſilbers an. Das Becken, worin das Queckſilber ſich befindet, iſt von Holz, und inwendig mit getriebenem und lackirtem Eiſenblech verkleidet. Seine Geſtalt erlaubt, die aufwärts gebogene Oeffnung einer kleinen gläſernen Spritze von unten in die Mündung der Barometerröhre zu bringen. Vermittelſt dieſer Spritze wird diejenige flüſſige Materie, deren Luftgehalt geprüfet werden ſoll, in die mit Queckſilber angefüllte und aufrecht ſtehende Röhre eingebracht. Im Anfange muß dieß Einſpritzen ſehr langſam und nur mit einigen Tropfen geſchehen; auch muß überdem nicht zu viel eingeſpritzet werden, damit ſich nicht etwa in der Folge, wenn die flüſſige Materie bis zum Sieden erhitzt wird, der obere Luftraum allzuſehr ausdehne, und das Queckſilber unten ins Becken ganz heraustreibe. Schon während dem Einſpritzen der Flüſſigkeit entbindet ſich der größte Theil des Luftgehaltes, und begibt ſich in den luftleeren Raum der Barometerröhre. Der übrige Theil wird durch die Siedhitze aus der Flüſſigkeit ausgetrieben, indem man die oben losgemachte Röhre ein wenig vorwärts beugt, und mit der Flamme einer in Spiritus getauchten Baumwolle an der Säule der Flüſſigkeit auf- und niederfähret, bis ſich große den ganzen Durchmeſſer der Röhre einnehmende Dunſtblaſen zeigen. Alsdann läßt man alles bis auf die beſtimmte Temperatur, worin man die Verſuche vergleichen will, wieder abkühlen. Da nun bey dieſer Temperatur der Cubikinhalt des Luftraumes der eingeſpritzten Flüſſigkeit, und

die

die Höhe der darunter ſtehenden Queckſilberſäule vermittelſt des beweglichen Maßſtabes angezeiget wird, ſo kann man aus dieſen Datis und dem zugleich beobachteten Stande eines gewöhnlichen guten Barometers den Luftgehalt der zum Verſuche gewählten Flüſſigkeit nach den von Herrn **Gruber** hierzu mitgetheilten Formeln berechnen. Man hat dieſe Methode vorzüglich zur Beſtimmung des Luftſäuregehaltes verſchiedener Mineralwäſſer angewendet. Gegen ſelbige hat jedoch Herr Dr. **Reuß** in Biliu *) verſchiedene nicht unerhebliche Einwendungen gemacht, und **Bergmanns** gewöhnliches Verfahren für einfacher und zuverläſſiger erkläret.

M. ſ. **Karſten** Anfangsgründe der Naturlehre, mit Anmerk. und Zuſätzen von **Gren.** Halle, 1790. 8. S. 705. **Grens** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. B. I. 1794. 8. S. 201 f. **Lavoiſier** Syſtem der antiphlogiſtiſchen Chemie; aus dem Franz. von Dr. **Hermbſtädt.** B. II. Berlin und Stettin 1792. 8. S. 101 f.

Polarität (polaritas, polarité). Hierunter verſteht man im Allgemeinen die Eigenſchaft einiger Körper, beſonders an zweyen gerade entgegengeſetzten Punkten andere leichte Körper mit beträchtlicher Kraft anzuziehen oder zurückzuſtoßen. So gibt es einige harte glasartige Steine, welche in Anſehung der Elektricität, wenn ſie erwärmet oder erkaltet werden, Polarität zeigen, unter welchen ſich vorzüglich der ſo genannte **Turmalin** auszeichnet. Um den einen Punkt herum zeiget ſich poſitive, und um den andern gerade entgegengeſetzten Punkt negative Elektricität. Das auffallendſte dabey iſt dieß, daß derjenige Punkt, welcher bey der Erwärmung poſitiv iſt, durch die Erkaltung negativ wird, und umgekehrt.

Im eigentlichſten Sinne findet ſich Polarität beym Magnete und bey den damit beſtrichenen Nadeln. Gerade an den

*) Einige Bemerkungen über Herrn Grubers Apparat, den Luftgehalt verſchiedener Flüſſigkeiten zu beſtimmen, in Grens neuem Journ. d. Phyſ. B. II. S. 89. u. f.

den beyden Punkten des Magnets leget ſich die Stahlfeile, wenn man ſolche an ſelbigen bringt, am meiſten an; auch ſtellt ſich an dieſen beyden Punkten eine feine ſtählerne Nadel auf die Oberfläche des Magnets ſenkrecht. Wenn der Magnet ſich frey bewegen kann, ſo kehret ſich der eine dieſer Punkte gegen Mitternacht und der andere gegen Mittag hin. Man nennt ſie den **Nordpol** und **Südpol** des Magnets; m. ſ. **Magnet.** Eine gleiche Beſchaffenheit hat es auch mit den künſtlichen Magneten und Magnetnadeln; dieſe haben an ihren beyden Enden die Pole; m. ſ. **Magnetnadel.**

Die Alten kannten die Polarität des Magnets nicht, ob ſie gleich unter allen magnetiſchen Eigenſchaften die nützlichſte iſt. Erſt in dem dunkeln mittleren Zeitalter, da die Magnetnadeln und Seecompaſſe erfunden, und von den Seefahrern mit ſo großem Nutzen zur Schiffahrt gebrauchet wurden, wurde auch dieſe merkwürdige Eigenſchaft entdecket; m. ſ. **Compaß.** Bey dieſem Gebrauche der Magnetnadeln mußte man auch bald entdecken, daß diejenige Weltgegend, nach welcher die Nadeln hinwieſen, nicht ganz genau die Mitternachtsgegend ſey, wiewohl die zuverläſſigern Beobachtungen davon erſt im ſechszehnten Jahrhunderte ihren Anfang nehmen; m. ſ. **Abweichung der Magnetnadel.** Auch lehrten die folgenden Beobachtungen, daß dieſe Abweichung ſelbſt nach Ort und Zeit veränderlich ſey, und daß ſich die Nadel gegen den Horizont neige; m. ſ. **Neigung der Magnetnadel.**

Der erſte, welcher die Polarität des Magnets befriedigend erklärte, war der engliſche Arzt **Gilbert.** Er wußte aus der Erfahrung, daß zwey gleichnahmige Pole ſich abſtießen, und ungleichnahmige ſich anzogen; daher nahm er an, daß unſere Erde ſelbſt ein Magnet ſey, mithin gegen Norden und Süden Pole beſäße, welche gegen die Süd- und Nordpole der Magnete freundſchaftlich oder anziehend wären. Dieſe Erklärung iſt auch durch die nachherigen Wahrnehmungen immer mehr und mehr beſtätiget worden, ſo daß man jetzt, ohne Beyhülfe eines Magneten, jedem

Eiſen bloß durch den Magnetiſmus der Erde Polarität zu geben vermag; m. ſ. **Magnet.** Es hat daher die Polarität des Magneten ohne Zweifel ihren Urſprung von dem Anziehen und Abſtoßen der magnetiſchen Pole der Erde, und eines jeden einzelnen Magnets. Ueberhaupt findet gar kein Magnetiſmus ohne Polarität Statt, indem jedes Eiſen, welches vom Magnet angezogen wird, ſelbſt ein Magnet wird, und daher Pole bekommt; m. ſ. **Magnet.**

Polarkreiſe, Polarcirkel (circuli polares, cercles polaires). So werden zwey kleinere Kreiſe auf der Himmels- und Erdkugel genannt, welche in allen ihren Punkten von den Polen dieſer Kugeln um das Maß der Schiefe der Ecliptik entfernet ſind. Es ſind alſo dieſe beyden Kreiſe, wovon der eine der **nördliche** (arcticus), und der andere der **ſüdliche** (antarcticus) genennet wird, mit dem Aequator parallel, und gehören daher am Himmel zu den Tagekreiſen, auf der Erde aber zu den Parallelkreiſen. Ihre Punkte ſind vom Aequator ungefähr um $66\frac{1}{2}°$ entfernet. Auch die Pole der Ecliptik am Himmel ſtehen von den Weltpolen um das Maß der Schiefe der Ecliptik ab; m. ſ. **Pole der Ecliptik.** Mithin ſind die beyden Polarkreiſe die Tagekreiſe von den Polen der Ecliptik.

Durch die beyden Polarkreiſe auf der Erdkugel werden die gemäßigten und kalten Zonen begrenzt. Der nördliche Polarkreis geht durch Grönland, Lappland, den nördlichen Theil von Sibirien, Kamſchatka, Californien, den nördlichen Theil von Amerika, durch das Eismeer und Island. Was den ſüdlichen Polarkreis betrifft, ſo fällt dieſer in die noch zum Theil unbekannten Länder um den Südpol. Allen denjenigen Oertern, welche in dieſen Kreiſen liegen, geht die Sonne am längſten Tage gar nicht unter; am kürzeſten Tage hingegen würde ihnen die Sonne gar nicht empor kommen, wenn nicht die Strahlenbrechung das Bild derſelben über den Horizont erhöbe.

Weil die Schiefe der Ecliptik veränderlich iſt (m. ſ. **Schiefe der Ecliptik**), ſo wird auch mit dieſer die Stelle

und Größe der Polarkreiſe verändert. Allein dieſe Veränderung iſt ſo gering, daß ſie, ohne einen merklichen Fehler zu begehen, ganz außer Acht gelaſſen werden kann.

Bey den Griechen wurde ein Polarkreis derjenige Kreis genannt, welcher um den Pol mit einem Bogen der Polhöhe gleich beſchrieben wird, mithin um den erhabenen Pol die Sterne einſchließt, welche nie untergehen, an dem entgegengeſetzten, welche nie aufgehen *). Es waren alſo dieſe Polarkreiſe mit der Polhöhe veränderlich.

Polarſtern, Nordſtern, Leitſtern (stella polaris ſ. nauigatoria, etoile polaire) iſt ein Fixſtern von zweyter Größe, welcher in unſern Gegenden dem Nordpole am nächſten ſtehet. Man bemerket dieſen Stern gegen Mitternacht ſehr leicht, weil bey ſelbigem wenige andere kenntliche Sterne befindlich ſind. Er iſt der letzte im Schwanze des bekannten kleinen Bären oder der letzte in der Deichſel des von dem Landmanne gewöhnlich genannten **kleinen Himmelswagens**, und einige 50° über dem Horizont erhaben. Seinen Ort verändert er nie merklich, man mag ihn zu einer Jahreszeit und zu einer Stunde in der Nacht betrachten, in welcher man will; er hat immer ein und die nämliche Stelle. Alle übrige Fixſterne ſcheinen von dieſem Sterne gleich weit entfernet zu ſeyn. Daher ſcheint dieſer Stern mit dem Nordpole am Himmel einerley Stelle zu haben, oder doch wenigſtens dieſem ſehr nahe zu ſeyn. Genauere Beobachtungen haben letzteres auch wirklich gelehret. Wegen des Vorrückens der Nachtgleichen, welches jährlich etwa 50,3″ beträgt, muß aber der Abſtand des Polarkreiſes von dem Nordpole veränderlich ſeyn. Zu den Zeiten des **Eudoxus** war ſogar der Stern β in der Schulter des kleinen Bären dem Pole näher, als der Stern α, oder der jetzige Polarſtern. Im Jahre 1577 fand **Tycho** die Entfernung vom Pole 2° 58′ 50″, im Jahre 1680 **Riccioli** 2° 32′ 30″, im Jahre 1732 **Maraldi** 2° 7′ 9″. In des Herrn **Bode** Fixſternverzeichniſſe vom Jahre 1780 wird die Abweichung der

*) De ſphaera et circulis coeleſtibus liber. cap. 2. Lond. 1620.

der Polarſterne 88° 7′ 49″, und ihre jährliche Zunahme 19,6″ angegeben. Hieraus folgt alſo die Entfernung vom Pole 1° 52′ 11″. Aus dieſen Beſtimmungen müßte alſo der Polarſtern dem Pole jährlich näher rücken, und zuletzt vielleicht mit dem Pole gar zuſammenfallen. Weil ſich aber durch das Vorrücken der Nachtgleichen die Fixſterne um die Pole der Ecliptik in Parallelkreiſen zu bewegen ſcheinen, ſo müſſen ſie auch ihren Stand nach langer Zeit gegen die Weltpole ändern. Nun ſteht der Polarſtern vom Nordpole der Ecliptik um das Complement ſeiner Breite, d. i., um 22° 55½′, der Nordpol aber um das Maß der Schiefe der Ecliptik oder um 23° 28′ ab; mithin iſt die Differenz 27½′ die größte Nähe, in welche der Polarſtern jemahls dem Nordpole kommen kann. Sobald er dieſe Nähe erreichet hat, ſo wird er ſich von ſelbigem wieder entfernen.

Das dem Südpole am nächſten ſtehende Sternbild, der Seeocſante nach de la Caille, hat nur Sterne von fünfter Größe; daher wird das β in der kleinen Waſſerſchlange, ein Stern von zweyter Größe, für den ſüdlichen Polarſtern angenommen, ob er gleich noch über 11° vom wahren Südpole entfernet iſt.

Pole (poli, poles) heißen in der Lehre der Kugelſchnitte die beyden Endpunkte einer Axe, welche auf der Ebene irgend eines Kugelſchnittes ſenkrecht ſteht. Wenn die Ebenen mehrerer Kugelſchnitte mit einander parallel ſind, ſo gehören denſelben eine gemeinſchaftliche Axe, mithin auch einerley Pole zu. Man findet daher ſehr leicht die Pole eines Kreiſes oder mehrerer ſo genannter Parallelkreiſe auf der Oberfläche der Kugel, wenn man durch den Mittelpunkt auf der Ebene eines ſolchen Kreiſes eine ſenkrechte Linie errichtet, und dieſelbe auf beyden Seiten bis an die Oberfläche der Kugel verlängert. Hieraus erhellet, daß die Pole von allen Punkten derjenigen Kreiſe, welchen ſie zugehören, gleich weit, und von den Punkten des größten Kreiſes um 90° Grad entfernet ſind. Auch wenn ſich zwey größte Kreiſe einer Kugel unter einem beliebigen Winkel ſchneiden, ſo ſchneiden ſich ebenfalls

ihre zugehörigen Axen im Mittelpunkte unter eben demſelben Winkel, und die Pole derſelben ſind von einander um den Bogen entfernet, welcher das Maß von jenem Winkel iſt.

Stellt man ſich vor, daß die Endpunkte eines völlig unbeweglichen Durchmeſſers einer Kugel feſtgehalten werden, um welchen ſich die Kugel drehen kann, ſo muß alsdann ein jeder Punkt auf der Oberfläche der Kugel einen Kreis beſchreiben, von welchem jene feſtgehaltenen Punkte die Pole, und der unbewegliche Durchmeſſer die Axe ſind. Daher entſteht der Nahme **Pol**, welcher urſprünglich einen Punkt bedeutet, um welchen etwas gedrehet wird (von πολεω, verto).

So ſcheinet einem jeden Beobachter unſerer Erdfläche, als ob ſich der ganze Himmel binnen 24 Stunden von Morgen gegen Abend ſo umdrehe, daß zwey einander entgegengeſetzte Punkte dabey völlig unbewegt ſind, welche daher die **Pole des Himmels** oder **Weltpole** heißen; m. ſ. **Weltpole.** Sie ſind die Pole des Aequators und der damit parallel laufenden Tagekreiſe, welche die Sterne am Himmel zu beſchreiben ſcheinen. Die Aſtronomie lehret aber, daß eigentlich die Erdkugel ſich während dieſer Zeit um ihre Axe drehet, deren beyde Endpunkte, als die Pole des Erdäquators und der Parallelkreiſe unbewegt bleiben; m. ſ. **Erdpole.**

Ueberhaupt aber laſſen ſich für jeden Kreis an der Himmelskugel Pole gedenken. So ſind der obere und untere Scheitelpunkt die Pole des Horizontes, der Morgen- und Abendpunkt die Pole des Mittagskreiſes, der Mittags- und Mitternachtspunkt die Pole des erſten Scheitelkreiſes. Auch die Ecliptik hat ihre eigenen Pole am Himmel, welche beſonders merkwürdig ſind; m. ſ. **Pole der Ecliptik.**

Bey andern kugelähnlichen Körpern, welche ſich um eine Axe drehen, werden die Endpunkte dieſer Axe die **Pole der Umdrehung** genannt. Sie ſind zugleich die Pole aller derjenigen Parallelkreiſe, welche durch die Punkte auf der Oberfläche dieſer kugelähnlichen Körper beſchrieben werden. Auf

dieſe

dieſe Art finden Pole der Umdrehung bey der Sonne, dem Monde, dem Jupiter u. ſ. f. Statt.

In einem etwas andern Verſtande nimmt man bey einigen Körpern, bey welchen von keiner Umdrehung und Kugelgeſtalt die Rede iſt, den Ausdruck **Pole** ſo, daß man darunter zwey einander entgegengeſetzte Punkte auf der Oberfläche dieſer Körper verſteht, welche andere leichte Körper vermöge einer beſondern Kraft am ſtärkſten entweder anziehen oder zurückſtoßen, wie z. B. die elektriſchen Pole am Turmalin, die magnetiſchen Pole am Magneten u. ſ. f.

Pole der Ecliptik (poli eclíptices, poles de l'ecliptique) ſind diejenigen Punkte an der ſcheinbaren Himmelskugel, welche von allen Punkten der Ecliptik um einen Quadranten oder 90° entfernet ſind, oder die Endpunkte der Axe der Ecliptik. Der eine von beyden Punkten, welcher in die nördliche Halbkugel fällt, heißt der **Nordpol**, und der andere entgegengeſetzte, welcher in unſern Ländern unſichtbar bleibt, der **Südpol der Ecliptik**. Sie ſtehen von den Weltpolen um einen Bogen ab, welcher das Maß von demjenigen Winkel iſt, unter welchem ſich die Axen der Ecliptik und des Aequators in dem Mittelpunkte ſchneiden, und welcher der Schiefe der Ecliptik gleich iſt; m. ſ. **Schiefe der Ecliptik**. Der Nordpol fällt in das Sternbild des Drachen, und der Südpol in das ſüdliche Sternbild des Schwerdfiſches.

Dieſe beyden Pole beſchreiben am Himmel binnen 24 Stunden Kreiſe um die Weltpole, welche Polarkreiſe heißen; m. ſ. **Polarkreiſe**. Daraus folgt, daß ſie in jedem Augenblicke ihre Stellung am Himmel verändern; daher muß ſich denn nothwendig auch die Lage der Axe, und die Ecliptik ſelbſt gegen den Horizont, Mittagskreis und überhaupt gegen alle unbewegliche Stücke an der Himmelskugel in jedem Augenblicke ändern.

Größte Kreiſe durch die Pole der Ecliptik gelegt, ſtehen auf dieſer ſenkrecht, und werden Breitenkreiſe genannt, weil auf ſelbigen die Breiten der Geſtirne gemeſſen werden; m. ſ.

Breite der Geſtirne. Beſonders heißt derjenige größte Kreis, welcher durch die Pole der Ecliptik und zugleich durch die Weltpole geführet wird, mithin ſowohl ein Deklinations- als auch Breitenkreis iſt, der **Kolur der Sonnenſtände**, weil ſich in dieſem Kreiſe die Sonne in ihrer ſcheinbaren Bahn am längſten und kürzeſten Tage befindet; m. ſ. **Koluren.**

Wegen des Vorrückens der Nachtgleichen wird eine ſcheinbare Bewegung der Fixſterne verurſachet, womit ein jeder derſelben mit der Ecliptik parallel von Morgen gegen Abend fortgehet. Die Kreiſe, welche durch dieſe Bewegung beſchrieben werden, gehen um die Pole der Ecliptik, welche hierbey unbewegt bleiben. Wegen der Veränderlichkeit der Schieſe der Ecliptik aber, welche ihre Entfernung von den Weltpolen abändert, ſind ſie einer kleinen Bewegung unterworfen.

Pole, magnetiſche (poli magnetici, poles magnetiques, poles de l'aimant) heißen diejenigen Punkte eines Magnets, wo die Anziehung gegen das Eiſen oder eines andern Magneten am ſtärkſten Statt findet. Sobald ſich der Magnet frey bewegen kann, ſo richtet ſich der eine Pol nach Mitternacht und der andere nach Mittag; daher auch jener der **Nordpol** und dieſer der **Südpol** genennet wird; m. ſ. **Magnet.** Wird der natürliche Magnet armirt, ſo heißen alsdann die beyden vorſtehenden Füße die **künſtlichen Pole.** Vermöge der Erfahrung findet bey zwey verſchiedenen Magneten das allgemeine Geſetz Statt: diejenigen Pole, welche ungleiche Nahmen haben (nämlich der Nordpol des einen und der Südpol des andern Magneten), ziehen ſich an, die gleichnahmigen aber ſtoßen ſich zurück; dieß hat die Eintheilung jener Pole in **freundſchaftliche** oder **einige** (amici), und dieſer in **feindliche** oder **uneinige** (inimici) veranlaſſet. Auch iſt man ſelbſt dadurch verleitet worden, zwey einander entgegengeſetzte Magnetiſmen anzunehmen, und den Magnetiſmus des Nordpols durch + M und des Südpols durch — M zu bezeichnen; m. ſ. **Magnet.**

Unter

Unter eben dieſem Artikel iſt gezeiget worden, daß unſere Erde ſelbſt als ein Magnet zu betrachten ſey, welche folglich auch magnetiſche Pole, und zwar den Nordpol — M und den Südpol + M beſitzen müſſe. Daß ſich dieſe Pole der Erde wahrſcheinlich verändern, iſt unter dem Artikel, **Abweichung der Magnetnadel**, angeführet worden.

Polemoſkop, Operngucker (polemoſcopium, polemoſcope). Dieſen Nahmen hat **Hevel** *) einem im Jahre 1637 erfundenen optiſchen Werkzeuge gegeben, durch welches Gegenſtände betrachtet werden können, welche ſonſt dem bloßen Auge durch einen undurchſichtigen Körper verdecket werden. **Hevel** hatte den Gedanken, ein im Kriege vielleicht brauchbares optiſches Inſtrument anzugeben, um mittelſt ſelbigem ohne Gefahr über Mauern und Wälle zu ſehen, und dieſerwegen erhielt es die Benennung **Polemoſkop** (Kriegsperſpektiv).

Nach **Hevels** Einrichtung beſteht das Polemoſkop aus Röhren, welche ſich in einander verſchieben laſſen, wie a c (fig. 4.). An dem obern Ende a iſt die Röhre a b rechtwinklicht angeſetzt und bey b offen. Auch am untern Ende c iſt eine kurze Röhre, mit einer hohlen Augenlinſe verſehen, angebracht. In der Mitte e der ganzen Vorrichtung befindet ſich ein erhabenes Objectivglas, welches ſich verſchieben läßt, indem man den obern Theil a e entweder herausziehet oder zurückdrucket. In den rechten Winkeln bey a und c ſind zwey Planſpiegel unter Winkeln von 45° befeſtiget. Wenn nun das offene b über eine Mauer, hinter welcher das Auge bey g ſich befindet, gehalten wird, ſo fällt von den äußern Gegenſtänden, gegen welche b gerichtet iſt, Licht auf den Planſpiegel bey a, wodurch daſelbſt ein Bild von ſelbigem verurſachet wird, das gegen den andern Spiegel bey c und von da ins Auge g nach der Richtung f g reflectiret wird. Wären nun gar keine Gläſer vorhanden, ſo würde das Auge die Gegenſtände eben ſo ſehen, als wenn es in b ſich befände, weil durch bloße Planſpiegel die Lage und Geſtalt der Bil-

*) Selenographiae prolegom. p. 24 ſq.

der nicht geändert wird. Befindet ſich aber bey d ein Hohlglas, und bey e ein erhabenes Glas, welche beyde Gläſer folglich in gehöriger Zuſammenſetzung ein holländiſches Fernrohr bilden, ſo wird das von dem Glaſe e gemachte Bild in Anſehung ſeiner Größe durch den Planſpiegel bey c nicht geändert, mithin ſieht das Auge bey g entfernte Gegenſtände aufrecht, deutlich, und vergrößert. Es könnte auch bey c der Planſpiegel ganz wegbleiben, alsdann müßte aber das Hohlglas unten bey c angebracht ſeyn, und das Auge von unten hinauf gegen den obern Planſpiegel bey a hinſehen; in einem ſolchen Falle würden folglich die Gegenſtände, welche über b hinausliegen, in dem Spiegel, worin ſie ſich abſpiegeln, wie durch ein wahres holländiſches Fernrohr betrachtet.

Eine vollſtändige Anleitung zur Verfertigung ſolcher Werkzeuge hat beſonders **Hertel** [α]) gegeben, und zugleich den Vorſchlag gethan, ſtatt des Hohlglaſes bey d, welches das Geſichtsfeld ſehr verkleinert, drey erhabene Gläſer zu nehmen, oder ein ſo genanntes Erdfernrohr zu verfertigen. Dagegen will **Leutmann** [β]) lieber das Objektivglas e gleich vorn bey b angebracht wiſſen, um ſogleich das von den Gegenſtänden herkommende Licht aufzufangen, zu brechen, und ſo dem Planſpiegel bey a zuzuſenden.

Von dergleichen Werkzeugen handelt auch **Smith** [γ]).

Schwerlich wird aber irgend eine von allen angegebenen Einrichtungen zu einem ſolchen ernſthaften Gebrauche, als **Hevel** bey der Erfindung beabſichtigte, angewendet werden. Deſto häufiger wird indeſſen zu andern Zeiten dieſes Werkzeug als Operngucker gebrauchet. In einem gewöhnlichen holländiſchen Taſchenperſpektive wird nämlich die Röhre etwas weiter über das Objektivglas hinaus verlängert, und an einer Seite ausgeſchnitten. Dieſer ausgeſchnittenen Oeffnung

gerade

α) Vollſtändige Anweiſung zum Glasſchleifen, und Verfert. der optiſchen Maſchinen. Halle 1716. 8. Th. II. Cap. 4. §. 9.
β) Anmerkungen vom Glasſchleifen. Wittenb. 1719. 8. S. 101 f.
γ) Lehrbegriff der Optik durch Käſtner. B. II. Cap. 13.

gerade gegenüber iſt, wie bey a, ein Planſpiegel befeſtiget, welcher gegen die Axe des Fernrohres unter dem Winkel von 45° geneigt iſt, ſo daß derjenige Lichtſtrahl, welcher auf die Mitte des Spiegels fällt, nach der Reflexion in der Axe des Rohres fortgehet. Auch kann das Objektivglas ſelbſt in der ſeitwärts angebrachten Oeffnung ſtehen, in welchem das auffallende Licht gebrochen, und ſo dem gegenüberſtehenden Spiegel zugeſendet wird. Derjenige, welcher ſich dieſes Operngucker bedienet, ſieht diejenigen Gegenſtände, nach welchen das Fernrohr gerichtet iſt, nicht, ſondern diejenigen, von welchen Licht durch die ſeitwärts befindliche Oeffnung einfallen kann. Hierdurch iſt man alſo im Stande, nach allen möglichen Richtungen Gegenſtände zu betrachten, ohne daß ein Zuſchauer gewahr wird, welche Sache man eigentlich betrachte.

Polhöhe (eleuatio poli, arc d'élevation du pole) iſt ein Bogen des Mittagskreiſes zwiſchen dem ſichtbaren Pole und dem Horizonte. Es ſey der ſichtbare Pol irgend eines Ortes die Stelle p (fig. 5.), c o d der Horizont, und a p n q der Mittagskreis des Ortes, ſo iſt ſeine Polhöhe der Bogen p d. Dieſer Bogen iſt zugleich das Maß von demjenigen Winkel, unter welchem die Weltaxe p q gegen den Horizont c o d des Ortes geneigt iſt. Die Polhöhe p d und die Aequatorhöhe a c machen zuſammen 90° aus, oder die Polhöhe ergänzt die Aequatorhöhe zu 90°, oder umgekehrt; m. ſ. **Aequatorhöhe**. Wenn daher eine von dieſen beyden Höhen bekannt iſt, ſo läßt ſich daraus ſehr leicht die andere finden.

Die Polhöhe eines Ortes auf unſerer Erde iſt jederzeit der geographiſchen Breite desſelben gleich; m. ſ. **Breite, geographiſche**. Es bleibt daher dem Aſtronomen ſowohl, als auch dem Geographen das erſte und wichtigſte Geſchäft, die Polhöhe eines jeden Ortes auf der Oberfläche der Erde genau zu finden, weil die Lage eines Ortes auf der Erde durch ſeine Breite und Länge beſtimmt wird. Es gibt verſchiedene Methoden, die Polhöhen der Oerter zu finden, welche

man

man vorzüglich bey dem Herrn **von Maupertuis** [α]), und aus demſelben beym Herrn **Käſtner** [β]) findet.

Die gemeinſte Art, die Polhöhe eines Ortes zu finden, iſt dieſe: man beobachtet in den Winternächten, welche länger als 12 Stunden dauern, die größte und kleinſte Höhe eines Fixſternes, welcher nicht untergehet; die halbe Summe der gefundenen Höhen iſt die geſuchte Polhöhe. Wäre nämlich ſd die kleinſte und kd die größte beobachtete Höhe des Sternes ſ, ſo iſt $\frac{1}{2}$(ſd + kd) = $\frac{1}{2}$(kſ + 2ſd) = $\frac{1}{2}$(2pſ + 2ſd) = pſ + ſd = pd = der Polhöhe. Von den beobachteten Höhen muß man eigentlich noch die durch die Strahlenbrechung verurſachte Erhöhung ſubtrahiren. Wählt man aber hierzu den Polarſtern, ſo iſt ſeine kleinſte Höhe von der größten wenig verſchieden, mithin iſt die Strahlenbrechung für beyde Höhen beynahe gleich, und der Fehler in Anſehung der Strahlenbrechung wird nicht ſehr erheblich ſeyn.

Im Jahre 1728 fand **de l'Isle** [γ]) für die Polhöhe von Petersburg des Polarſterns

ſcheinb. Höhe = 62° 5′ 35″ ſcheinb. kl. Höhe = 57° 48′ 0″
Strahlenbr. 31″ Strahlenbr. 37″

kd = 62° 5′ 4″ ſd = 57° 47′ 23″
ſd = 57° 47′ 23″

kſ = 4° 17′ 41″
2)

pſ = 2° 8′ 50,5″

pſ + ſd = 59° 56′ 13,5″ = Polhöhe von Petersburg.

Ferner läßt ſich die Polhöhe auch auf folgende Art finden: man beobachte die Mittagshöhe eines Geſtirnes, deſſen Deklination bekannt iſt, und ſubtrahire dieſe von jener; die Differenz iſt die Aequatorhöhe; dieſe von 90 Grad ſubtrahiret, gibt die geſuchte Polhöhe. Wird die Höhe des Nordpols

α) Aſtronomie nautique; in den oeuvres *de Mr. Maupertuis*. Lyon 1756. Tom. IV.

β) Aſtronomiſche Abhandlungen. Samml. I. Göttingen 1782. 8. S. 410 u. f.

γ) Commentat. Acad. Petropol. Tom. II. p. 503.

pols beobachtet, und die Deklination des Geſtirnes wäre ſüdlich, ſo muß dieſe als negativ betrachtet, mithin zur beobachteten Mittagshöhe addiret werden, um die Aequatorhöhe zu finden.

Am 14. Sept. 1753 beobachtete **Tob. Mayer** zu Göttingen *) die Mittagshöhe des obern Sonnenrandes, und fand ſie

fand ſie	= 42° 1′ 57″
Verbeſſer. abzuziehen	55″
wahre Höhe	= 42° 1′ 2″
Halbm. der Sonn. abzuzieh.	15′ 59″
Höhe des Mittelpunktes	= 41° 45′ 3″
Nördl. Deklin. der Sonne	3° 17′ 19″
Aequatorhöhe	38° 27′ 44″, alſo
Polhöhe	51° 32′ 16″.

Bey der Beobachtung der Polhöhe eines Ortes iſt es wegen mehrerer Umſtände gar nicht zu vermeiden, kleine Fehler zu begehen; daher auch die Beſtimmung der Polhöhe eines und des nämlichen Ortes bey der wiederhohlten Beobachtung anders ausfällt. Um alſo die Polhöhe eines Ortes ſo genau als möglich zu finden, muß man aus mehreren Beobachtungen das Mittel nehmen. So wird die Polhöhe von Petersburg in den connoiſſ. des mouv. celeſtes 1764. 59° 56′, und die von Göttingen von **Mayer** auf 51° 31′ 54″ angegeben.

Dem Seefahrer iſt die Erfindung der Polhöhe, um den Ort, wo er ſich befindet, zu wiſſen, eine der vornehmſten aſtronomiſchen Aufgaben. Die Auflöſung dieſer Aufgabe iſt wegen des Schwankens des Schiffes weit ſchwieriger, als auf dem feſten Lande; indeſſen bleibt ſie aber immer leichter, als die Erfindung der geographiſchen Länge. Die meiſten Seefahrer gebrauchen bey der Beſtimmung der Polhöhe nicht die Höhe eines Sternes, ſondern deſſen Entfernung vom Zenith, oder das Complement ſeiner beobachteten Höhe. Er mißt daher mit dem hadley'ſchen Spiegeloctanten den Abſtand des Geſtirnes vom Zenith, wenn jenes in derjenigen Stelle

*) Commentat. ſoc. reg. Goetting. Tom. III. p. 447.

Stelle am Himmel befindlich iſt, wo der Meridian des Ortes liegt, welcher dem Schiffer vermittelſt des Compaſſes, wenn deſſen Abweichung nur einiger Maßen bekannt iſt, mit hinlänglicher Genauigkeit angezeiget wird. Um dieſe Gegend nämlich verändert ſich überhaupt die Höhe, mithin auch der Abſtand der Himmelskörper vom Zenith nicht merklich. Durch einige bald nach einander angeſtellte Beobachtungen findet man leicht den kleinſten Abſtand des Geſtirnes von dem Zenith. Man ſetze, es ſey dieſer $= \alpha$, ſo iſt die größte Höhe dieſes Geſtirnes $= 90° - \alpha$. Iſt nun die Deklination dieſes Geſtirnes bekannt, welche jederzeit aus den Schifferkalendern, in welchen ſich die Fixſternverzeichniſſe finden, genommen werden kann, und welche β heißen ſoll, ſo wird die Aequatorhöhe $= 90° - \alpha - \beta$, folglich die Polhöhe $= 90° - (90° - \alpha - \beta) = \alpha + \beta$ ſeyn.

In der nördlichen Halbkugel müſſen die Entfernungen vom Zenith mittagswärts gerechnet, und die nördlichen Deklinationen als poſitiv; dagegen die mitternachtwärts gerechneten Entfernungen und die ſüdlichen Abweichungen als negativ genommen werden. In der ſüdlichen Halbkugel, oder jenſeits des Aequators, findet gerade das Gegentheil Statt.

Exemp. Ein Seefahrer fand im Jahre 1775 den Abſtand des Sirius vom Zenith an der nördlichen Seite des Meridians 34° 17′, und die Ephemeriden gaben ihm für dieſes Jahr die ſüdliche Abweichung dieſes Sternes 16° 24,6′. Beyde Größen ſind hier poſitiv zu nehmen. Es war alſo

ſcheinbar. Abſt. vom Zenith	34° 17′,0
Refraktion	0,8
alſo α =	34° 17′,8
β =	16° 24′,6
$\alpha + \beta$ =	50° 42′,4

ſüdliche Breite des Schiffes.

Bey trüber Witterung, da der Schiffer die Geſtirne nicht genau in der Gegend des Mittagskreiſes beobachten kann, hat er doch auch Methoden, die kleinſte Entfernung eines

eines Sternes vom Zenith zu berechnen, wenn er nur im Stande iſt, drey Entfernungen kurz vor oder nach der Culmination zu meſſen, und die Zeiten zwiſchen denſelben nach einer guten Uhr zu beſtimmen. In den mehreſten Fällen ſind dieſe Methoden hinreichend, die Breite des Schiffes ziemlich genau zu finden.

M. ſ. **Käſtner** Anfangsgründe der angewandten Mathematik. Aſtronomie §. 64. u. f. **Bode** kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde. §. 676 u. f.

Polyeder, Rautenglas (polyedrum ſ. polyedron, polyedre, polyſcope) heißt ein Glas, welches auf der einen Seite völlig eben, auf der andern Seite aber vieleckigt geſchliffen iſt. Die verſchiedenen Flächen, welche auf dieſer Seite unter verſchiedenen Winkeln gegen einander geneigt ſind, haben gewöhnlich die Form einer Raute. Ein ſolches Glas ſtellt die fig. 6. im Durchſchnitt vor.

Betrachtet man einen Gegenſtand durch die ebene Fläche dieſes Glaſes, ſo wird man durch ſelbiges denſelben ſo vielmahl ſehen, als es auf der andern Seite des Glaſes Flächen beſitzet, welche Licht ins Auge ſenden. Es ſey ab die ebene Seite, das Auge o vor ſelbiger, und l ein ſtrahlender Punkt, ſo wird der Strahl lk auf die Ebene cd ſenkrecht auffallen, und ungebrochen durchs Glas ins Auge o kommen. Der Lichtſtrahl lg, welcher auf die Ebene ac fällt, wird im Glaſe in die Lage gh gebrochen, und beym Uebergange in die Luft in h ins Auge o kommen, welches nun in der Richtung hm den Punkt l in m ſiehet; auf eben dieſe Weiſe gelanget der Lichtſtrahl li zuletzt ins Auge o, welches den Punkt l in n ſiehet. Durch ein ſolches Glas läßt ſich daher auch ein Bild im verfinſterten Zimmer vervielfältigen.

Auch wird das Polyeder beſonders noch bey den dioptriſchen Anamorphoſen gebrauchet; m. ſ. **Anamorphoſen.** Wenn man nämlich durch dieſes Glas in einer etwas weitern Entfernung vom Auge, als es ſonſt gewöhnlich iſt, ein vollſtändig zuſammenhängendes Gemählde betrachtet, ſo ſieht man nun durch jede Fläche, welche dem Gemählde zugekehret

ret iſt, einen beſtimmten Theil von ſelbigem. Auf dieſen Theilen ſtellt man Dinge vor, welche durch andere Theile des Gemähldes getrennt ſind, aber durchs Rautenglas betrachtet nach der Ordnung ſeiner Flächen an einander anſchließen. Auf ſolche Art ſieht man durchs Glas etwas ganz anders, als was dem Auge durchs bloße Gemählde vorgeſtellet wird. Mehreren Unterricht hiervon findet man beym **Leutmann** *) und **Wolf** †).

Polyopter (polyoptron, polyoptre). So wird ein auf beyden Seiten ebnes Glas genennt, welches auf der einen Seite in Form von Kugelflächen ausgeſchliffene Höhlungen beſitzet. Eine jede dieſer Höhlungen ſtellt auf ſolche Art mit dem ihm zugehörigen ebenen Theile der andern Fläche des Glaſes eine Hohllinſe vor, durch welche ſich die Objekte verkleinert zeigen. Durch ein ſolches Glas ſieht man alſo die Gegenſtände ſo vielmahl, als es auf der einen Seite ausgeſchliffene Höhlungen hat. Gebrauchet man dergleichen Gläſer zu Objektivgläſern in Fernröhren, ſo erhält man dadurch Fernröhre, welche die betrachteten Gegenſtände vervielfältigen, aber ungemein verkleinern, beſonders wenn die Höhlungen Kugelſegmente von Kugeln mit kleinen Halbmeſſern vorſtellen.

Polyſpaſt, ſ. Flaſchenzug.

Poren, ſ. Zwiſchenräume der Körper.

Porös (poroſum, poreux) nennt man einen Körper, bey welchem man Theile des Raums, den der begrenzte Körper einnimmt, gewahr wird, welche nicht aus Materie von eben der Art beſtehen, oder welcher Zwiſchenräume beſitzet. Die atomiſtiſche Phyſik, welche die Materie als abſolut undurchdringlich behauptet, iſt genöthiget, in jedem Körper eine zerſtreuete Leere anzunehmen, indem vermöge der Erfahrung kein völlig undurchdringlicher Körper gefunden wird. Daher auch die atomiſtiſche Phyſik annehmen muß, daß alle Körper

*) Anmerkungen von Glasſchleifen. Wittenb. 1719. 8.

†) Elementa matheſeos vniuerſae, Tom. III. Halae 1750. 4. Elementa dioptric. §. 277.

Körper in dieſem Sinne porös ſind, oder leere Zwiſchenräume beſitzen. Die andern größern Zwiſchenräume, welche man bey vielen Körpern, beſonders bey den organiſchen, wahrnimmt, ſind wegen der Fortdauer des Lebens nöthig, weil in ſelbigen die Natur Verrichtungen vornimmt, welche zur fernern Erhaltung ſolcher Körper erforderlich ſind. Daß ſolche Zwiſchenräume, welche ſelbſt ſehr klein, und durch bloße Vergrößerungsgläſer zu erkennen ſind, mit anderer Materie angefüllet ſeyn können, behauptet auch der Atomiſtiker, und unterſcheidet daher einen ſolchen poröſen Körper von allen übrigen Körpern, welche nur in ſofern porös ſind, in ſofern ſie leere Zwiſchenräume haben. Aus dieſem Grunde nimmt der Atomiſtiker an, daß alle diejenigen Körper, bey welchen man auch bey der größten Vergrößerung, wie z. B. bey den flüſſigen Körpern, keine Zwiſchenräume wahrnimmt, in dem gewöhnlichen Sinne nicht als porös zu betrachten ſind.

Daß alle Körper leere Zwiſchenräume beſitzen, gründet der atomiſtiſche Phyſiker auf den poſtulirten Satz: alle Materie ſey abſolut undurchdringlich. Wenn alſo gleich alle mögliche Körper im Zuſtande der Flüſſigkeit in allen Punkten des Raumes mit Materie angefüllt zu ſeyn ſcheinen, ſo kann man doch daraus nicht ſchließen, daß ſie gar keine leeren Zwiſchenräume beſäßen, oder in dieſem Sinne porös wären. Vielmehr behaupten die Atomiſtiker, daß dergleichen Körper eine ſehr gleichförmige Dichte hätten, oder daß die Theile ihrer Materie ziemlich gleich weit von einander entfernet wären.

Nach dem dynamiſchen Syſteme erfüllt die Materie ſtets ihren Raum als Continuum; daher hat man auch hiernach Grund genug anzunehmen, daß alle Zwiſchenräume, die man bey allen feſten Körpern wahrnimmt, mit Materie angefüllt ſind, daß es mithin keinen Körper gibt, welcher leere Zwiſchenräume hätte, oder in dieſem Sinne porös wäre. Gleichwohl gibt es auch nach dieſem Syſteme Grade von Dichtigkeiten, welche auf die verſchiedene Erfüllung des

Raums durch urſprüngliche Kräfte beruhen; m. ſ. **Dichtigkeit**.

Alles übrige, was mit dieſem Artikel in Verbindung ſtehet, ſ. den Artikel, **Zwiſchenräume der Körper**.

Poroſität (poroſitas, poroſité) wird die Eigenſchaft der Körper genannt, porös zu ſeyn, oder Zwiſchenräume zu beſitzen. Nach dem atomiſtiſchen Syſteme iſt jeder Körper porös, mithin iſt hiernach die Poroſität eine allgemeine Eigenſchaft aller uns bekannten Körper, unter welchen ſich kein einziger vollkommen dichter Körper findet. Nennt man hingegen nur diejenigen Körper porös, welche ſichtbare Zwiſchenräume haben, ſo kömmt die Poroſität nur gewiſſen im Zuſtande der Feſtigkeit befindlichen Körpern zu, welche durchs Flüſſigwerden aufgehoben wird.

Auch verſteht man unter dem Ausdruck **Poroſität** die Menge aller leeren Zwiſchenräume, welche in dem Volumen eines Körpers enthalten ſind. In dieſem Verſtande iſt der Begriff Poroſität nur relativ, weil es nicht möglich iſt, die abſolute Menge der leeren Zwiſchenräume in einem Körper anzugeben. Aber auch in dieſem Sinne iſt es unmöglich, beſtimmte mathematiſche Verhältniſſe der Poroſitäten verſchiedener Körper aufzuſtellen. Wie viel Materie eine gewiſſe Maſſe in Vergleichung mit einer andern halte, kann durchs Gewicht beſtimmt werden; allein daraus folgt noch keine Beſtimmtheit der Poroſität in Vergleichung mit einander. So weiß man, daß ein Cubikzoll Platinum etwa ein und zwanzig Mahl mehr Materie, als ein Cubikzoll Waſſer halte; aber daraus läßt ſich nicht die Folge ziehen, daß die Poroſität des Waſſers ein und zwanzig Mahl größer, als die des Platinum ſey.

Setzt man nach der atomiſtiſchen Vorſtellung voraus, es gebe einen vollkommen dichten Körper, deſſen Maſſe in dem Raume eines Cubikzolles das Gewicht P hätte, ſo würde ein anderer Körper von eben dem Umfange, welcher p wöge, ſo vielen leeren Raum haben, als die vollkommen dichte Maſſe vom Gewichte P — p Raum einnimmt. Ein dritter Körper,

welcher

welcher im Raume eines Cubikzolles das Gewicht π hätte, würde ſo vielen leeren Raum beſitzen, als die vollkommen dichte Maſſe vom Gewicht P — π einnimmt u. ſ. f. Setzt man nun für p und π die Gewichte von Platinum und Waſſer, oder 21 und 1, das Gewicht eines Cubikzolles Waſſers für die Einheit angenommen, ſo würden ſich die Poroſitäten dieſer Materien, wie P — 21 : P — 1 verhalten. Dieß wäre das richtige Verhältniß der Poroſität, wenn man darunter die Menge der leeren Zwiſchenräume verſtehet. Weil aber vermöge der Erfahrung die Vorausſetzung nicht Statt findet, ſo läßt ſich auch kein Verhältniß der Poroſität beſtimmen.

Poſitive Elektricität, ſ. **Elektricität**.

Potenzen, mechaniſche, einfache Maſchinen, einfache Rüſtzeuge (potentiae mechanicae, machinae ſimplices, puiſſances mechaniques ou machines ſimples). Dieſen Nahmen führen fünf ſchon von **Pappus** *) erwähnte Maſchinen, welche in einer zweckmäßigen Verbindung mit einander die zuſammengeſetzten Maſchinen geben. Dieſe einfachen Maſchinen ſind der Hebel, das Rad an der Welle, die Rolle, der Keil und die Schraube. Einige Schriftſteller haben hierzu noch die ſechste mechaniſche Potenz, die **ſchiebe Ebene**, geſetzet, weil es gewöhnlich geworden iſt, aus der Lehre der ſchiefen Ebene die erheblichſten Geſetze des Keils und der Schraube abzuleiten.

Zu den fünf Potenzen des **Pappus** hat **Varignon** ſeine **Seil- oder Funicular-Maſchine** beygefüget, welche aus zweyen Seilen beſteht, woran Kräfte nach ſchiefen Richtungen eine Laſt, welche nach einer dritten Richtung widerſtehet, halten oder heben. **Varignon** hält dieſe Maſchine für die einfachſte unter allen, weil es dabey auf das Geſetz des Gleichgewichtes dreyer Kräfte ankommt, und dieß Geſetz beym **Varignon** als der erſte Grundſatz der Statik vorkommt, wiewohl es ſich richtiger aus der Theorie des Hebels ableiten läßt. M. ſ. **Hebel**.

*) Collectan. mathemat. L. VIII.

Ob es gleich dem Mathematiker vorbehalten iſt, die Lehre der mechaniſchen Potenzen vollſtändig zu erklären, ſo muß doch auch der Phyſiker davon wenigſtens ſo viel beybringen, als zur Erklärung mancher Naturbegebenheiten zureichend iſt. Daher muß er wenigſtens die Theorie des Gleichgewichtes an ihnen lehren, und ſelbſt dieſe durch kleine Modelle zu verſinnlichen ſuchen. Solche Modelle haben **Leupold, s'Graveſande, Muſſchenbroek, Nollet** und andere beſchrieben.

Pottaſche, ſ. **Laugenſalze.**

Präcipitat, rother, ſ. **Queckſilber.**

Präcipitation, ſ. **Niederſchlag.**

Presbyt, ſ. **Auge.**

Preußiſche Säure, ſ. **Berlinerblauſäure.**

Prisma, gläſernes (prisma vitreum, prisme de verre, verre prismatique). Oft hat man bey den Verſuchen über das Licht und die Farben einen dreyſeitigen prismatiſchen Körper von einer durchſichtigen Materie, welche gewöhnlich Glas iſt, nöthig. Hierzu wählt man meiſtens ein ſenkrechtes dreyſeitiges Prisma, deſſen Seitenflächen ſo vollkommen eben, als es möglich iſt, geſchliffen und polirt ſind. Kann man ein ſolches gutes völlig durchſichtiges gläſernes Prisma erhalten, ſo muß man es nicht auf den Tiſch legen, um ſeine Seitenflächen zu ſchonen, ſondern in ein Geſtell freyſchwebend bringen, ſo wie es die fig. 7. vorſtellet. Zu dem Ende werden an die dreyeckten Grundflächen des gläſernen Prisma a meſſingene Hauben, und an dieſe nach der Richtung der Axe des Prisma Zapfen b b befeſtiget, welche, wie die Figur deutlich zeiget, in den aufrecht ſtehenden Stützen liegen, ſo daß das Prisma um die Zapfen gedrehet werden kann. Das hölzerne Geſtelle hat einen mit dem Charniere c verſehenen Stiel, welcher in einem hohlen Fußgeſtelle höher und niedriger gebracht, und durch die Stellſchraube d befeſtiget werden kann. Durch dieſes Charnier c iſt man im Stande, das dreyſeitige Prisma in eine jede beliebige gegen den Horizont geneigte Lage zu bringen.

Sonſt gebrauchet man auch gläſerne Prismen ohne Geſtelle; da alsdann in einem ſolchen Falle die meſſingenen Hauben nebſt den Zapfen wegbleiben, ſondern vielmehr das Prisma an der einen Grundfläche mit einem gläſernen Knopfe verſehen iſt, um es an ſelbigem zu halten, und auf dieſe Weiſe nach allen möglichen Seiten durch dieſes hinzuſehen.

Außer den dreyſeitigen gläſernen Prismen, welche alle Mahl den Vorzug vor andern verdienen, gebrauchet man auch wohl zu den anzuſtellenden Verſuchen Prismen von Waſſer oder andern durchſichtigen flüſſigen Materien. Um dergleichen zu erhalten, werden zwey ebene Glasplatten unter einem ſchiefen Winkel zuſammengebracht, und diejenigen Winkel, welche ſie an beyden Seiten offen laſſen, mit meſſingenen dreyeckigten Platten ſtatt der Grundflächen verſchloſſen. Wird hiernächſt die Schneide, welche die beyden Glasplatten durchs Anſchließen an einander verurſachen, nach unten gekehret, ſo läßt ſich alsdann das oben offene Gefäß mit der durchſichtigen flüſſigen Materie anfüllen. Die Einrichtung eines ſolchen etwas großen Prisma hat der Herr **von Göthe** *) umſtändlich beſchrieben. Es beſteht dieſes nämlich aus zwey ſtarken geſchliffenen reinen Glastafeln, die unter verſchiedenen Neigungswinkeln an einander gebracht werden können. Der daher entſtandene Zwiſchenraum wird mit reinem Waſſer ausgefüllt. Die vortheilhafteſte Länge dieſer Tafeln iſt 1 rheinländ. Fuß, und ihre Höhe 8 Zoll. Dieſe Einrichtung hat beſonders den Vortheil, daß man dadurch bequem nach größern und kleinern Tafeln ſehen, und die Erſcheinungen der farbigen Säume, als zu welchem Gebrauche der Herr **von Göthe** dieſes Prisma vorzüglich benutzet hat, ohne große Anſtrengung der Augen betrachten kann.

Die Beobachtung, daß die Prismen und überhaupt alle eckigte Stücken Glas das durchgehende Licht färben, iſt ſchon von den Alten gemacht worden. So führet **Seneca** β) an,

 daß

*) Beyträge zur Optik. Zweytes Stück. Weimar 1792. 8.
β) Queſtion. natural. L. I. cap. 7.

daß das Sonnenlicht, wenn es durch ein eckigtes Stück Glas falle, alle Farben des Regenbogens ſpiele. **Prieſtley** in ſeiner Geſchichte der Optik S. 132. der deutſchen Ueberſetzung berühret aus **Kirchers** china illuſtrata eine Erzählung des **Pater Trigaut**, daß die färbende Eigenſchaft den Priſmen in den Morgenländern einen großen Werth gebe, indem ein einziges Stück mit 100 Goldſtücken bezahlet ſey, und als Koſtbarkeit angeſehen werde, welche nur den Großen zukäme.

Dieſe färbende Eigenſchaft der Priſmen iſt von den Schriftſtellern in der erſten Hälfte des ſiebenzehnten Jahrhunderts häufig angeführet worden. Auch **Carteſius** *) benutzte dieſe Beobachtung zur Erläuterung der Regenbogenfarben. Er nahm ein dreyſeitiges gläſernes Priſma (fig. 8.) m n p, deſſen Seiten m n und n p vollkommen eben, und gegen einander unter einem Winkel von etwa 30 oder 40 Grad geneigt waren. Die Sonnenſtrahlen a b c ließ er auf m n ſenkrecht auffallen, und bedeckte die Seite n p mit einem dunkeln Körper, in welchem er ein kleines Loch d l gelaſſen hatte. Die Strahlen, welche durch dieſe Oeffnung auf das weiße Papier f g h fielen, zeigten daſelbſt alle Regenbogenfarben, die rothe Farbe in f, die violette in h. Daraus folgert er, daß weder eine gewiſſe Figur des durchſichtigen Körpers, noch die Zurückwerfung der Strahlen, noch eine mehrmahlige Brechung zur Hervorbringung der Farben nöthig ſey. Er erfordert bloß eine einfache Brechung, und einen Schatten, oder eine Einſchränkung des Lichtes, weil ohne dem dunkeln Körper bey n p alle Farben verſchwinden. **Carteſius** blieb bey dieſem Verſuche ſtehen, ohne ihn genauer zu unterſuchen, er glaubte vielmehr den Beruf zu haben, aus dieſer Erſcheinung den Grund der Farben zu erklären; m. ſ. **Farben**, **Regenbogen**.

Es iſt daher ſchon längſt vor **Newton** das Priſma und das dadurch entſtehende Farbenbild bekannt geweſen. **Trober**, **Zahn** u. a., welche von den Entdeckungen des **Newton**

*) Meteor. cap. 8.

Newton noch nichts anführen, lehren die Verfertigung des Prisma und die Verſuche mit ſelbigem in eigenen Capiteln. Der erſte, welcher die länglichte Geſtalt des Farbenbildes aufmerkſamer betrachtete, war der Italiäner Grimaldi. Dieſer vermuthete nämlich, daß das Licht beym Durchgange durchs Glas verſchiedentlich gebrochen werde, und dadurch das Farbenbild verurſache; m. ſ. Farbenbild, prismatiſches. Im Jahre 1666 endlich, da Newton die Erſcheinungen der Farben näher zu unterſuchen anfing, wurde das dreyſeitige Prisma ein vorzüglicher Gegenſtand der Aufmerkſamkeit. Seine damit gemachten Entdeckungen ſind bereits unter den Artikeln, Brechbarkeit, Farben, Farbenbild angeführet worden.

Nach Newton's Verſuchen iſt das weiße Licht aus einer unendlichen Menge vom farbichten Lichte von verſchiedener Brechbarkeit zuſammengeſetzet. Sobald alſo dieſes zuſammengeſetzte Licht durch eine brechende Materie durchgehet, ſo wird es in der Vorderfläche derſelben in eine unendliche Menge farbiger Lichttheile verſchiedentlich gebrochen, und dadurch gleichſam von einander gezogen. In dieſer Richtung fällt es auf die Hinterfläche der brechenden Materie, und nun kömmt es darauf an, ob die Hinterfläche mit der Vorderfläche parallel iſt, oder nicht. In dem erſten Falle werden alle Lichtſtrahlen vermöge des Brechungsgeſetzes beym Ausgange aus der brechenden Materie in die Lage gebrochen, welche mit den einfallenden Lichtſtrahlen parallel iſt. Da nun ein jeder Lichtſtrahl nicht als mathematiſche Linie gelten kann, ſo müſſen auch auf alle Stellen, wo Farbenſtrahlen ausgehen, Licht von allen Farben fallen, welches nach dem Ausgange einerley Richtung bekommt; mithin vereinigen ſich die Lichtſtrahlen wieder mit einander, bilden weißes Licht, und es entſtehen keine Farben. Wenn hingegen die Hinterfläche der brechenden Materie mit der Vorderfläche nicht parallel iſt, ſo hat auch ein jeder Lichtſtrahl nach dem Ausgange eine andere Richtung, als vor dem Eingange; folglich bleiben nun die nach der erſten Brechung

in der Vorderfläche der brechenden Materie bereits von einander getrennten Lichtſtrahlen auch nach der zweyten Brechung abgeſondert, und bilden da, wo ſie auffallen, verſchiedene Farben. Daher entſtehet die farbezerſtreuende Eigenſchaft aller Körper, deren brechende Flächen nicht parallel ſind, wie z. B. der Prismen, der Linſengläſer an denjenigen Stellen, welche von der Mitte entfernet liegen.

Derjenige Winkel, welchen die beyden brechenden Flächen einer brechenden Materie mit einander machen, wird der **brechende Winkel** (angulus refringens) genannt. Bey den gewöhnlichen dreyſeitigen Prismen ſind die Grundflächen gleichſeitige Dreyecke, folglich iſt hierbey der brechende Winkel $= 60°$.

Es ſey (fig. 9.) abc ein auf die Axe ſenkrechter Schnitt des Prisma. In dieſem werde der Strahl fd nach de gebrochen, und fahre nach ek heraus. Das Brechungsverhältniß aus Luft in Glas ſey $\mu : 1$. Die Neigungslothe beyder brechenden Flächen ſeyn mn und mp, welche ſich in dem Punkte m ſchneiden. Weil dieſe Neigungslothe auf den Linien ab und ac ſenkrecht ſind, ſo machen ſie mit einander eben denſelben Winkel, als dieſe Linien ſelbſt, oder es iſt der Winkel $\delta = a$. Die Einfalls- und Brechungswinkel bezeichne man mit $\alpha, \beta, \gamma, \varepsilon$. Ueberdem iſt $\delta = \beta + \gamma = a$.

Für das Brechungsverhältniß $\mu : 1$ hat man vermöge des Brechungsgeſetzes, (m. ſ. **Linſengläſer**),

$$\text{I. } \sin.\beta = \frac{\sin.\alpha}{\mu}, \quad \text{II. } \sin.\varepsilon = \mu . \sin.\gamma, \quad \text{III. } \gamma = a - \beta.$$

Aus dieſen drey Formeln iſt man im Stande, die drey Winkel β, γ und ε zu finden, wenn α, a und μ bekannt ſind. Aus $\gamma = \alpha - \beta$ ergibt ſich $\sin.\gamma = \sin.\ a\ .\ \cos.\beta - \cos.\alpha . \sin.\beta$, oder, weil $\cos.\beta = \surd(1 - \sin.\beta^2) = \surd\left(1 - \frac{\sin.\alpha^2}{\mu^2}\right) = \surd\left(\frac{\mu^2 - \sin.\alpha^2}{\mu^2}\right) = \frac{1}{\mu}\surd(\mu^2 -$

sin.

ſin. α^2), der Werth von ſin. γ = ſin. a . $\frac{1}{\mu}\sqrt{(\mu^2 -}$ ſin. α^2) — coſ. a . $\frac{\text{ſin. }\alpha}{\mu}$; folglich

IV. ſin. $\varepsilon = \mu\left(\frac{1}{\mu}\right.$ ſin. a $\sqrt{(\mu^2 -}$ ſin. α^2) — $\frac{1}{\mu}$. coſ. a . ſin. α.) = ſin. a $\sqrt{(\mu^2 -}$ ſin. α^2) — coſ. a . ſin. α.

Auf eben dieſe Art würde die Rechnung anzuſtellen ſeyn, wenn ke der einfallende und df der ausgehende Strahl wäre; demnach iſt auch

V. ſin. α = ſin. a $\sqrt{(\mu^2 -}$ ſin. ε^2) — coſ. a . ſin. ε.

Aus dieſen Formeln iſt ſehr leicht zu erkennen, daß der Winkel ε zunimmt, wenn der Winkel α kleiner wird, indem beyde der ſinus α und ſein Quadrat abgezogen werden müſſen, um den Sinus von ε zu finden. Weil jedoch ſin. ε nie größer als 1 werden darf, indem ſonſt der im Prisma gebrochene Strahl de von ac zurückgeworfen, und nicht nach ek gebrochen würde, ſo kann auch α nicht kleiner werden, als nöthig iſt, um ſin. ε = 1 zu geben. Für dieſen Werth von α findet man nach der Formel V.

ſin. α = ſin. a $\sqrt{(\mu^2 - 1)}$ — coſ. a.

Von dieſem Werthe des α an kann es zunehmen bis auf 90°, oder bis der Lichtſtrahl fd in der Richtung ba ſelbſt einfällt. In dieſem letztern Falle erhält man für den Werth von ε in IV. eben das, was vorhin α gab. Allein es kann hier keine Brechung mehr Statt finden, weil die Lichtſtrahlen vor dem Prisma vorbeygehen. Zwiſchen dieſen Grenzen aber ergibt ſich für einen jeden Werth von α ein Bild nach k zu.

Geſetzt alſo, fd ſey ein Sonnenſtrahl im dunkeln Zimmer, an welchem das Prisma ſo gebracht wird, daß der Winkel α ſo klein iſt, als es verſtattet wird, um an der Fläche kr ein Bild zu machen. In dieſem Falle wird ε = 90°, folglich zeigt ſich an der Wand kr das Bild wiewohl

ſehr ſchwach in der Richtung ac. Nun drehe man das Prisma um die Axe von a nach c zu, ſo daß der Winkel α größer wird, ſo wird der Winkel ε kleiner, und das Bild an der Wand beweget ſich abwärts. Beym Fortdrehen des Prisma kömmt die Seite ba des Prisma in die Lage des einfallenden Strahls fd, und das Bild an der Wand verſchwindet wieder.

Der einfallende Strahl fd und der ausgehende ek ſchneiden einander gehörig verlängert in dem Punkte i, und der Winkel $dih = ide + dei = \alpha - \beta + \varepsilon - \gamma = \alpha + \varepsilon - (\beta + \gamma) = \alpha + \varepsilon - a$. Da nun der Winkel α beym Erſcheinen des Bildes an der Wand kr eben ſo groß iſt, als ε beym Verſchwinden, und der Winkel ε beym Erſcheinen ſo groß, als der Winkel α beym Verſchwinden, ſo iſt der Winkel i in beyden Fällen von gleicher Größe. Der einfallende Strahl fd bleibt aber beſtändig der nämliche, mithin muß auch der ausgehende Strahl ek beym Verſchwinden des Bildes eben die Richtung haben, als beym Erſcheinen desſelben, oder das Bild an der Wand kr verſchwindet an eben der Stelle, wo es ſich zu zeigen anfing. Nun erhellet aus dem vorhergehenden, daß das Bild nach dem Erſcheinen beym Umdrehen des Prisma ſich abwärts beweget, folglich muß eine Grenze Statt finden, wo das Bild an der Wand ſeine niedrigſte Stelle hat, und von welcher es wieder aufwärts ſich beweget, um beym Verſchwinden an die vorige Stelle zu kommen, wo es zu zeigen ſich anfing. An dieſer niedrigſten Stelle wird das Bild am lebhafteſten ſich zeigen, und durchs Umdrehen des Prisma am wenigſten fortrücken, weil es hier in der Rückkehr begriffen iſt. Dieſe Erſcheinung muß während der ganzen Umdrehung des Prisma dreymahl erfolgen, indem das Prisma drey Seiten hat. Um dieſe niedrigſte Stelle des Bildes an der Wand kr zu erhalten, muß die Formel IV. differenziiret werden, welches aber hier zu zeigen zu weitläuftig wäre. Die Rechnung ergibt, daß dieß Statt findet, wenn $\alpha = \varepsilon$, mithin

da

$d\alpha = d\epsilon$ iſt. Setzt man daher in I. und II. $\alpha = \epsilon$, ſo wird $\sin. \beta = \frac{\sin. \epsilon}{\mu}$, oder $\sin. \beta . \mu = \sin. \epsilon = \mu . \sin. \gamma$, mithin $\gamma = \beta$, und in III. $\gamma = \alpha = \frac{1}{2}a$. Für dieſe Stelle ſind alſo die Sinus von α und ϵ beyde $= \mu . \sin. \frac{1}{2}a$.

Exemp. Es ſey $\mu = \frac{3}{2}$ und $a = 60°$, ſo hat man $\sin. a = \frac{1}{2}\sqrt{3}$; $\cos. a = \frac{1}{2}$. Dieſe Werthe in V. geſetzt, geben die Stelle, wo das Bild zuerſt erſcheinet, mithin

$\sin. \alpha = \frac{1}{2}\sqrt{3} . \sqrt{(\frac{9}{4} - 1)} - \frac{1}{2} = \frac{1}{2}\sqrt{3} . \sqrt{\frac{5}{4}} - \frac{1}{2} = \frac{1}{4}\sqrt{15} - \frac{1}{2} = 0{,}4682456$, wofür man in den Tafeln für $\alpha = 27° 55'$ findet. Für dieſen Fall iſt $\epsilon = 90°$, und das Bild an der Wand k r kaum zu erkennen. Wird aber das Priſma um ſeine Axe nach der Richtung b a c gedrehet, ſo wird der Winkel α größer und der Winkel ϵ kleiner, und das Bild beweget ſich an der Wand niederwärts, wobey es zugleich lebhafter wird. Endlich kommt man an die Stelle, wo

$\sin. \alpha = \mu . \sin. \frac{1}{2}a = \frac{3}{2} . \frac{1}{2} = 0{,}7500000$ wird, wofür man aus den Tafeln $\alpha = 48° 35' 25''$ erhält. Auch hier iſt $\epsilon = 48° 35' 25''$. Das Bild liegt alsdann am niedrigſten, und iſt zugleich am lebhafteſten. Wird das Priſma weiter fortgedrehet, ſo kommt endlich die Seite b a in die Richtung des einfallenden Strahls f d, wobey der Winkel $\epsilon = 27° 55'$ wird, und das Bild an der Wand verſchwindet wieder.

Newton wählte bey ſeinen Verſuchen mit dem Farbenbilde diejenige Stellung des Priſma, wo das Bild den niedrigſten Stand hat. Er fand ſelbigen ſehr leicht dadurch, daß er das Priſma um ſeine Axe langſam herumdrehte, und dabey auf die Bewegung des Bildes aufmerkſam war. An dieſer Stelle machen auch Strahlen, die gegen f d auf beyden Seiten um gleiche Winkel geneigt ſind, beym Ausfahren noch ziemlich eben den Winkel, wie beym Auffallen. Dieß zeigt die Rechnung, wenn man im vorigen Beyſpiele den Werth von α um $15' 35''$ größer oder kleiner nimmt. Die dafür gefundenen Werthe von ϵ werden $48° 19' 54''$ und

48°

48° 51′ 4″, und unterſcheiden ſich auch um 31′ 10″, wie die Werthe von α ſelbſt. Es müſſen daher diejenigen Strahlen, welche von entgegengeſetzten Punkten des Sonnenrandes kommen, den Winkel 31′ 10″, ſo wie beym Einfallen, alſo auch beym Ausgehen mit einander machen, und es müßte das ſenkrecht aufgefangene Sonnenbild durchs Prisma kreisrund bleiben, wenn μ für alle Strahlen einerley bliebe. Wegen der länglichten Geſtalt des Bildes ſchloß daher **Newton**, daß μ für die verſchiedenen Farben des Lichtes verſchieden ſey; m. ſ. **Farbenbild.**

Wird durch a die horizontale haor gezogen, welche von dem einfallenden Strahl fd in o, und von dem ausgehenden ek in h geſchnitten wird, ſo iſt der Winkel o die Sonnenhöhe, und den Winkel h kann man erfahren, wenn man die Höhen e und k von der horizontalen haor nebſt der Entfernung des Prisma von der Wand mißt. Der Winkel dih iſt = h + o, mithin

$$h + o = \alpha + \varepsilon - a;$$

iſt nun $\alpha = \varepsilon$, oder hat das Bild die niedrigſte Stelle, ſo ergibt ſich

$$h + o = 2\alpha - a, \text{ und}$$

$$\sin.\ \alpha = \sin.\ \tfrac{1}{2}(h + o + a) = \mu \,.\, \sin.\ \tfrac{1}{2}a, \text{ und}$$

$$\mu = \frac{\sin.\ \frac{1}{2}(h + o + a)}{\sin.\ \frac{1}{2}a},$$

welches eine ſchöne Methode iſt, das Verhältniß der Brechung zu beſtimmen.

In **Newtons** Prisma war der Winkel a = 62° 30′, und die beyden Winkel o und h für die Mitte des Farbenbildes fand er 44° 40′, alſo $\frac{1}{2}(h + o + a) = 53° 35$. Die Länge des Farbenbildes war $7\frac{3}{4}$ Zolle, die Entfernung deſſelben vom Prisma $18\frac{1}{2}$ Fuß, folglich der Winkel der äußern Strahlen 2° 0′ 7″. Es wird alſo der Winkel h für die rothen Strahlen um 1° 0′ 3″ kleiner, für die violetten um eben ſo viel größer als für die mittlern; die Winkel o und a bleiben unverändert. Für das rothe Licht iſt demnach $\frac{1}{2}$ (h

$(b + o + a) = 53^\circ\ 5'$, und für das violette $= 54^\circ\ 5'$.
Daraus ergibt ſich

$$\mu \begin{cases} \text{für rothe Strahlen} & = \sin. 53^\circ\ 5' : \sin. 31^\circ\ 15' \\ \text{für mittlere Strahlen} & = \sin. 53^\circ\ 35' : \sin. 31^\circ\ 15' \\ \text{für violette Strahlen} & = \sin. 54^\circ\ 5' : \sin. 31^\circ\ 15' \end{cases}$$

$$\text{Nach den Tafeln gibt dieß } \mu : 1 = \begin{cases} 7995 : 5188 = 77 : 50 \\ 8047 : 5188 = 77\tfrac{1}{2} : 50 \\ 8099 : 5188 = 78 : 50 \end{cases}$$

Von den farbigen Säumen, womit die durchs Priſma beobachteten Körper umgeben zu ſeyn ſcheinen, iſt im Artikel **Farben** geredet worden.

Noch eine andere merkwürdige Eigenſchaft findet bey dem Priſma Statt, weil hier blaue Farbe durch bloße Zurückwerfung ſichtbar wird. Das Priſma (fig. 10.) a c ſey in freyer Luft, und der Beobachter betrachte in o die Wolken vermittelſt des Lichtes, welches durch die Seite e c hereinfällt, und von der Fläche a b c d zurückgeworfen wird. Hat nun das Auge nebſt dem Priſma eine ſolche Lage, daß der Einfalls- und Zurückſtrahlungswinkel etwa 40° iſt, ſo ſieht das Auge einen blauen Bogen m n, welcher von dem einen Ende der Grundfläche nach dem andern hinläuft, und die hohle Seite gegen den Beobachter kehret. Dabey erſcheinet die Grundfläche jenſeits des Bogens heller, und dießſeits dunkeler. Dieß rührt daher. Wenn der Winkel, welchen der einfallende Strahl mit der brechenden Fläche macht, zu klein wird, ſo findet gar keine Brechung mehr, ſondern eine Zurückwerfung, Statt; m. ſ. **Brechung**. Zieht man nämlich von dem Auge o an die Durchſchnittslinie f g die Linien o t und o p unter den Winkeln o p f = 50° und o t f = 49°, ſo wird der Punkt p die Grenze ſeyn, jenſeits welcher keiner von den am meiſten brechbaren Strahlen durch die Fläche a b c d kommen und gebrochen werden kann, weil der Einfallswinkel ſolcher Strahlen ſo beſchaffen iſt, daß ſie nach dem Auge hin zurückgeworfen werden können. Eben ſo wird der Punkt t die Grenze für die am wenigſten brechbaren Strahlen, und der zwiſchen beyden in der Mitte liegende

gende Punkt für die mittleren Strahlen ſeyn. Dieſerwegen werden alle Strahlen von der am wenigſten brechbaren Gattung, welche zwiſchen t und g auffallen, und von da nach dem Auge hinkommen können, nach demſelben hin zurückgeworfen werden; aber auf der andern Seite von t werden viele durch die Fläche abcd durchgehen. Eben ſo werden die Strahlen von der brechbarſten Gattung, welche auf die Fläche abcd jenſeits p ſo fallen, daß ſie nach dem Auge hinkommen können, alle dahin zurückgeworfen werden; aber allenthalben zwiſchen p und f werden viele dieſer Strahlen durch die Fläche abcd gehen und gebrochen werden. Daher muß die Fläche abcd zwiſchen t und g wegen der völligen Zurückwerfung der Strahlen weiß und helle ausſehen, dagegen ſie zwiſchen p und f wegen des Durchganges vieler Strahlen blaß und dunkel ſcheinen wird. Hingegen in den Stellen zwiſchen t und p, wo die Strahlen von der brechbarſten Gattung alle reflektiren, die von den andern Gattungen aber zum Theil alle durchgehen, werden die am meiſten brechbaren wegen ihrer größern Menge die Fläche abcd mit der ihrer eigenen Farbe nämlich violet und blau färben.

M. ſ. **Prieſtley** Geſchichte der Optik in **Klügels** Zuſätzen. S. 192. und S. 204.

Prismatiſche Farben, Regenbogenfarben, Newtons einfache oder urſprüngliche Farben (colores prismatici, colores iridis, ſimplices, primitiui, couleurs prismatiques, couleurs de prisme, couleurs ſimples, originaires, primitives) ſind die Farben der einfachen Lichtſtrahlen, in welche das weiße oder zuſammengeſetzte Licht durch die Brechung abgeſondert wird. Dieſe Farben erſcheinen beym Durchgange des Lichtes durch brechende Materien, deren Flächen ſchiefe Winkel mit einander machen, wie z. B. durch Prismen, durch Regentropfen beym Regenbogen, durch die Ränder der Linſengläſer u. ſ. f. Sie ſind nach der Ordnung der geringſten Brechbarkeit an gerechnet roth, orange, gelb, grün, blau, indigo und violet, wiewohl die eine Farbe von der nächſtfolgenden an der

Grenze

Grenze nicht ſcharf abgeſchnitten iſt, ſondern durch unmerkliche Abſtuffungen von der einen zur andern übergehet, daher es auch eigentlich eine unendliche Menge von Farben gibt, wovon die eben genannten nur die kenntlichſten ſind.

Wird ein jeder dieſer Farbenſtrahlen für ſich zum zweyten Mahle gebrochen, ſo bleibt die Farbe völlig gleichartig, und der Strahl theilet ſich nicht weiter, ſondern behält die nämliche Brechbarkeit; daher hat **Newton** dieſen Farben des Prisma den Nahmen der einfachen, urſprünglichen oder Grundfarben gegeben. Einige von dieſen geben in der Zuſammenſetzung andere Farben, welche oft den Grundfarben ähnlich ſind, aber durchs Prisma wieder in die einfachen Farben, aus welchen ſie beſtehen, gebrochen werden.

In einer uneigentlichen Bedeutung verſteht man auch unter **einfachen** oder **urſprünglichen** Farben diejenigen Pigmente, welche in verſchiedenen Verhältniſſen mit einander vermiſcht, Pigmente von andern Farben hervorbringen; m. ſ. **Farbendreyeck.**

Prozeß, chemiſcher (proceſſus chemicus, procés chemique) kann überhaupt als das Werden neuer Materien erkläret werden. Die Erfahrung lehret außer allem Zweifel, daß die meiſten, und vielleicht alle, uns umgebende Körper aus Beſtandtheilen zuſammengeſetzet ſind, welche für ſich von ganz anderer Natur und Beſchaffenheit ſind, als die in ihrer innigſten Verbindung daraus gewordenen Körper. Die Chemie zeiget Mittel, die Beſtandtheile aus den Körpern und dieſe aus jenen zu gewinnen. Es iſt aber noch weit entfernet, daß dieſe für das menſchliche Leben ſo wichtige Kunſt es dahin zu bringen vermag, als es die Natur in ihrem zwar oft langſamen, aber ſichern Gange bewirken kann. Die Mittel, welcher ſich die Chemie bey Zuſammenſetzungen und Zerlegungen der Körper bedient, ſind die **Auflöſung, Niederſchlagung**, das **Schmelzen, Abdampfen, Deſtilliren** und **Sublimiren**, wovon jeder Artikel in dieſem Wörterbuche beſonders handelt. Das Werden neuer Materie, es ſey durch Zuſammenſetzung oder Zerlegung, wird

durch

durch die ſtets lebende Natur unaufhörlich bewirket, und nach den neuern Entdeckungen ſind ſelbſt die Vegetationen und das Leben des thieriſchen Körpers als wahre chemiſche Prozeſſe zu betrachten; m. ſ. **Athmen, Pflanzen.**

Alles, was uns die Erfahrung bey einem wirklich erfolgenden chemiſchen Prozeſſe lehret, iſt folgendes:

1. Zwiſchen homogenen Grundſtoffen findet kein chemiſcher Prozeß Statt, ſondern nur zwiſchen heterogenen. So wird Bley zu Bley geſchmolzen beſtändig Bley bleiben; hingegen Auflöſungen der Metalle durch Säuren geben Körper von eigener Natur u. ſ. f.

2. Kein chemiſcher Prozeß erfolget, ohne daß Qualitäten entſtehen oder vernichtet werden; mithin wird dieß nicht chemiſcher Prozeß genennt werden können, wo bloß der Zuſtand eines Körpers verändert wird. So entſtehen bey verſchiedenen Auflöſungen Luftarten, Waſſerſtoff und Sauerſtoff verbinden ſich mit einander zu Waſſer u. ſ. f. Hingegen iſt die Dampfoperation kein chemiſcher Prozeß.

3. Zwiſchen feſten Körpern iſt keine chemiſche Verbindung möglich, es wäre denn, daß wenigſtens der eine vorher erſt flüſſig gemacht wäre. M. ſ. **Auflöſung.**

4. Wenn zwiſchen zweyen Körpern ein chemiſcher Prozeß entſtehen ſoll, ſo muß die Kraft, mit welcher ihre Theile unter einander zuſammenhängen, in beyden geringer ſeyn, als die Kraft, mit welcher ſie ſich aufs innigſte zu verbinden ſtreben.

Keine chemiſche Verbindung oder Trennung kann durch mechaniſche Kräfte geſchehen. Da aber gar kein chemiſcher Prozeß Statt haben kann, als durch Wechſelwirkung der Materien, die ſich zu einem Körper von eigener Natur verbinden, ſo folgt offenbar, daß keine andere als dynamiſche Kräfte dabey wirkſam ſind. Es kann daher kein chemiſcher Prozeß etwas anders ſeyn, als eine Wechſelwirkung der Grundkräfte der zu einem Körper ſich verbindenden Materien. Sobald alſo der chemiſche Prozeß beginnet, ſo iſt auch das Gleichgewicht der Kräfte in den heterogenen Beſtandtheilen

geſtöret

geſtöret worden, und die chemiſche Bewegung, welche mit Sollicitation geſchiehet, dauert ſo lange, bis ſich beyde Grundkräfte zur Ruhe gebracht haben. Das dadurch entſtandene chemiſche Produkt wird alsdann ſeiner Qualität nach betrachtet das mittlere dynamiſche Verhältniß der Grundkräfte ſeyn, welche beym chemiſchen Prozeß in Thätigkeit ſind geſetzet worden, mithin werden auch die qualitativen Eigenſchaften dieſes Produktes völlig verſchieden von den der Beſtandtheile ſeyn.

Nach der atomiſtiſchen Phyſik würde eigentlich gar kein chemiſcher Prozeß Statt finden können. Weil hiernach nämlich die eine Materie in die andere nur mechaniſch wirken kann, wie z. B. bey einer Auflöſung das Auflöſungsmittel durch Eindringung in die Poren des aufzulöſenden Körpers, ſo würde gar keine Wechſelwirkung der Kräfte gedenkbar und mithin nur eine Veränderung des Zuſtandes des aufzulöſenden Körpers ſeyn.

Pulsadern, Schlagadern (arteriae, artéres). Dieſen Nahmen haben die cylindriſchen Gefäße oder Röhren, welche das Blut im thieriſchen Körper aus dem Herzen durch alle Theile des Körpers führen, erhalten. Sie beſitzen die beſondere Eigenſchaft, ſich abwechſelnd zu erweitern und zuſammen zu ziehen, wodurch der Kreislauf des Blutes befördert wird. M. ſ. **Blut**.

Pulshammer ſ. **Waſſerhammer**.

Pumpe (antlia, pompe) heißt überhaupt eine Maſchine, durch welche eine flüſſige Materie in einer Röhre vermittelſt Auf- und Niederſchiebens eines in ſelbiger feſt anſchließenden Körpers in die Höhe gebracht werden kann. Im gemeinen Leben werden ſolche Pumpen häufig zur Hebung des Waſſers gebrauchet. Von der gemeinen Waſſerpumpe iſt bereits unter dem Artikel, **Druckpumpe** das nöthigſte angeführet worden. In dieſem Artikel wird es nur nöthig ſeyn, über die Pumpen überhaupt einige Bemerkungen beyzubringen.

Der Kolben einer Pumpe muß allenthalben an die innere Fläche des Stiefels recht genau anſchließen, damit zwiſchen ihm und dem Stiefel weder Luft noch Waſſer durchdringen könne; jedoch muß er ſich auch an den Stiefel nicht zu ſtark anklemmen, damit die daher ſonſt entſpringende ſtarke Friktion vermieden werde. Die gewöhnliche Einrichtung der Kolben für ein Druckwerk iſt folgende: ein eiſerner Polzen iſt oben mit einem Ringe verſehen, um die Pumpenſtange einhängen zu können, unten aber mit einer Schraube und dazu gehörigen Mutter; an dieſem Polzen ſtecken zwey metallene Scheiben im Durchmeſſer faſt eben ſo groß, als der Durchmeſſer der Stiefel-Mündung iſt, zwiſchen welchen andere Scheiben von gutem Pfundleder, im Durchmeſſer etwas größer als die metallenen, gelegt, und mittelſt der untern Schraube am Polzen ſtark zuſammengepreßt werden. Diejenigen Kolben, welche bey den Saugwerken und ſolchen Druckwerken, dergleichen die hohen Sätze ſind, gebrauchet werden ſollen, müſſen durchbohrt ſeyn, und heißen dieſerwegen auch **hohle** Kolben. Die Oeffnung in dieſen muß weit genug ſeyn, damit das Waſſer, das während der Zeit, da die Kolben niederſteigen, durch dieſelbe über die Kolben hinauf ſteigen ſoll, ohne allen Zwang durchdringen könne. Bey den gemeinen Saugpumpen werden dergleichen Kolben aus gutem büchenen oder Erlenholze verfertiget, und häben ungefähr die Geſtalt eines umgekehrten abgekürzten Kegels, welcher zu oberſt mit einem Stück Leder umgeben iſt. Dieſes Stück Leder wird mit einer oder zwey Reihen Nägeln ſo dicht auf das Holz genagelt, daß die Nägelköpfe einander faſt berühren. In der Mitte deſſelben iſt die Ventilöffnung befindlich, worauf die Klappe liegt. In dem Falle ein ſolcher Kolben den Druck einer beträchtlich hohen Waſſerſäule auszuſtehen hat, iſt es rathſam, ſelbigen vom Metall zu verfertigen.

Die Klappen beſtehen aus einem kreisförmigen Stück Leder (fig. 11.) ab, welches oben befeſtiget wird, und deßwegen einen Schweif bc erhält, welcher zugleich die Stelle

eines

eines Gewindes vertritt. Auch kann dieſer Schweif zwiſchen den Lappen der zuſammengeſetzten Röhren befeſtiget werden. Dieſe lederne Scheibe a b wird vermittelſt der Schraube f i zwiſchen zwenen metallenen Platten d e und g h eingeklemmt, wovon die obere d e im Durchmeſſer etwas gröſſer als die Oeffnung iſt, welche durch die Klappe verſchloſſen werden ſoll, die untere g h aber etwas kleiner, damit ſie in die Oeffnung einpaſſe. Auf ſolche Art wird ſich die Klappe öffnen, wenn das Waſſer von unten hinauf geht, und die Oeffnung durch den Druck des Waſſers verſchließen, wenn dieſes hinab will.

Die gewöhnliche Einrichtung der Ventile iſt folgende. In die zu verſchließende Oeffnung wird eine Metallplatte befeſtiget, welche in der Mitte eine kreisrunde Oeffnung hat, über welche quer über nach dem Durchmeſſer ein Steg geht, der in der Mitte auch ein Loch beſitzet. Dieſe Platte wird die **Muſchel** genennt, welche in der fig. 12. im Durchſchnitt mitten durch den Steg durch a b c d e f vorgeſtellet iſt; c d iſt der Durchſchnitt des Stegs und k l das Loch in ſelbigem. Die innere Fläche der Muſchel b k l e iſt coniſch, und unten enger als oben, auf ſelbige liegt der Deckel g h, welcher ein hinreichendes Gewicht beſitzen, ebenfalls coniſch ſeyn, und in jene Oeffnung genau paſſen muß. Unten am Deckel befindet ſich an ſeiner Mitte der Stift i m, welcher durch die Oeffnung k l des Stegs geſteckt wird, und nur ſo dick ſeyn muß, daß er darin frey auf- und niederſpielen kann. Der untere Kopf bey m aber hindert, daß der Stift, wenn alles in gehörigen Stand geſetzet iſt, das Loch bey l nicht ganz verlaſſen kann. Wenn das Waſſer von unten hinauf dringt, ſo hebt es den Deckel in die Höhe, und tritt ſolchergeſtalt aus der untern Röhre in die obere; wenn aber der Trieb des Waſſers aufhöret, ſo ſinkt der Deckel zurück, und verſchließt dem Waſſer den Rückgang. Nach der verſchiedenen Geſtalt des Ausſchnittes b k l e und des Deckels g h erhalten ſolche Einrichtungen den Nahmen der **Muſchelventile**, **Kegelventile**,

tile, **Kugelventile**, von welchen **Leupold**[α]) und **Belidor**[β]) verſchiedene Arten beſchrieben und abgebildet haben.

Die Theorie der Pumpen mit praktiſcher Anwendung hat beſonders **Belidor** abgefaßt. Weitere theoretiſche Unterſuchungen hiervon findet man beym **Bernoulli** und **Euler**. Aus den Schriften dieſer Männer haben **Karſten** und **Käſtner**[γ]) mit ihrer eigenen Gründlichkeit die Theorie von den Pumpen abgehandelt, und erſterer beſonders mit gemeinnützigen Anwendungen.

M. ſ. **Karſten** Lehrbegriff der geſammten Mathematik. Th. V. Hydraul. Greifsw. 1770. 8. XVII. u. ſ. Abſchnitt.

Pupille des Auges ſ. Auge.

Pyrometer (pyrometrum, pyrométre). Dieſen Nahmen hat **Muſſchenbroek** einem von ihm erfundenen Werkzeuge gegeben, welches beſtimmt war, die Ausdehnungen der Metalle bey bekannten Graden der Wärme zu vergleichen. Der Ausdruck Pyrometer war zu dieſem Zwecke freylich nicht gut gewählet, weil er eigentlich das Maß des Feuers bedeutet. Ueberhaupt können aber auch ſolche Werkzeuge außer der Beſtimmung der Ausdehnung feſter Körper durch die Wärme zur Meſſung großer Grade der Hitze, welche ſelbſt über den Siedpunkt des Queckſilbers gehen, gebrauchet werden, und heißen auch ſelbſt in dieſer Rückſicht **Pyrometer**. Im gegenwärtigen Artikel wird jedoch nur von denjenigen Pyrometern die Rede ſeyn, welche von ihrem Erfinder zum Maße der Ausdehnung feſter Körper beſtimmt ſind, und von den übrigen Pyrometern in dem Artikel, **Thermometer**, gehandelt werden.

Das erſte Pyrometer von **Muſſchenbroek**[δ]) zeigte durch eine merkliche Bewegung des Zeigers eine Ausdehnung von $\frac{1}{12500}$ rheinl. Zoll an. Nachher gab er dieſem Inſtrumente

α) Theatrum machinar. hydraulic. Tom. I. §. 172 u. ſ. Tab. 38.
β) Architecture hydrauliq. Th II. B III. Cap. 3.
γ) Anfangsgründe der Hydrodynamik. Götting. 1797. 8. S. 616 u. ſ.
δ) Tentamina experim. in Academia del Cimento, Lugd. Batav. 1731. 4. P. II. p. 12.

mente eine verbeſſerte Einrichtung a), bey welcher die Ausdehnung einer Stange durch Räderwerk ſichtbarer gemacht wird. An dem einen Ende wird nämlich die Stange feſt eingeſpannt, damit das andere Ende in der Länge durch Ausdehnung ſich bewege, und durch ein daran befeſtigtes Stängelchen den Zahn eines Trillings fortſchiebe. An der Axe dieſes Trillings befindet ſich ein großes Rad mit vielen Zähnen, welche in einen andern Trilling eingreifen, deſſen Axe wiederum ein größeres Rad mit Zähnen hat, die in einen dritten Trilling eingreifen u. ſ. f. Die Axe des letzten Trillings beſitzet einen Zeiger, welcher ſich auch durch die geringſte Ausdehnung der Stange um einen ſehr merklichen Raum fortbeweget, und auf einem Zifferblatte Theile anzeiget, deren Anzahl der Ausdehnung proportional iſt. Wenn dieſer Zeiger mit dem erſten Augenblicke der Ausdehnung der Stange fortgehen ſoll, ſo muß er ſo weit, als es angeht, zurückgedrehet werden, damit alle Zähne, welche fortgerückt werden ſollen, einander völlig berühren. Uebrigens muß hierbey die Stange allein erwärmt werden können, indem ſich ſonſt das übrige Geſtelle ebenfalls ausdehnen, und in ſolchem Falle nur der Unterſchied beyder Ausdehnungen gefunden würde. **Muſſchenbroek** ſtellte zuerſt fünf Weingeiſtlampen unter die Stange, veränderte aber nachher die Einrichtung ſo, daß mit dieſen Lampen Waſſer in einem blechernen Gefäße erhitzt und die Stange hineingeleget wurde. In dieſer Lage wird ſie an die eine Seitenwand des Gefäßes angeſtemmt, das andere Ende derſelben biegt ſich aufwärts über einen Einſchnitt in der gegenüber ſtehenden Seitenwand hinaus, und wird an eine gezahnte Zange geſchraubet, welche in den erſten Trilling des Räderwerks eingreift. In das erhitzte Waſſer wird ein Queckſilberthermometer gebracht, um den Grad der Wärme zu beſtimmen.

In England ſchlug **Ellicott** im Jahre 1736 b) ein Inſtrument vor, an welchem das eine Ende der Stange feſt, das andere

a) Introd. ad philoſ. natural. Tom. II. §. 1527.
b) Philoſoph. transact. nr. 443. p. 297.

andere Ende aber mit einem Faden oder mit einer Uhrkette verbunden iſt, welcher unter einer Rolle hinweggeführet und in ſelbiger befeſtiget wird. Von dieſer Rolle geht ein Hebel aus, deſſen letztes Ende mit einem andern Faden oder einer Uhrkette verbunden iſt, der um eine andere Rolle geleget und durch ein Gegengewicht ſo geſpannt wird, daß es gerade den Hebel hält. Die letzte Rolle beſitzet einen Zeiger, welcher auf eine Scheibe Grade anzeiget. Dehnt ſich nun die Stange aus, ſo erhält dadurch die Rolle am erſten Ende des Hebels Freyheit, und das Gegengewicht zieht den Hebel ſo weit aufwärts, als die Rolle durch Verlängerung der Stange ſich drehen kann, wodurch auch zugleich der Zeiger gedrehet wird. Eine Verlängerung des Stabes von $\frac{1}{7200}$ Zoll an **Ellicotts** Werkzeuge gab dem Zeiger eine Umdrehung von Einem Grad. Dieſes Werkzeug iſt mit zwey Hebeln und zwey Rollen mit Zeigern verſehen, ſo daß zugleich zwey Stangen A und B eingeleget werden können. Man legt B auf A, erhitzt beyde, und gibt auf den Zeiger Acht, um wie viele Grade er dadurch fortgetrieben wird. Darauf läßt man alles erkalten, nimmt B hinweg, legt eine dritte gleich lange Stange C auf A, und erhitzt ſo lange, bis A wieder den vorigen Grad zeiget. Auf ſolche Art laſſen ſich die Grade der Ausdehnungen von B und C mit einander vergleichen.

Eine andere Einrichtung dieſer Art gab **Bouguer** *) an, womit er eigentlich die Verſchiedenheit der Ausdehnungen durch die Glühehitze in den verſchiedenen Climaten und Höhen der amerikaniſchen Orte unterſuchen wollte. Ob nun gleich der Erfolg davon nach ſeinem Wunſche nicht ausfiel, ſo hat er doch dadurch mit ſeinen Reiſegefährten ſchöne Verſuche über die Ausdehnungen bey der Siedhitze des Waſſers und bey der Sonnenwärme angeſtellt. Sein Inſtrument hatte folgende weſentliche Einrichtung: zwey unter einem rechten Winkel mit einander verbundene ſtählerne Regeln von einem Fuß lang waren

*) Experiences faites à Quito, ſur la dilatation et la contraction, qui ſouffrent les metaux par le chaud et le froid in den mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. 1745. p. 230.

waren durch eine dritte ſchief liegende verbunden; um die Spitze des rechten Winkels drehete ſich ein Zeiger ebenfalls von 1 Fuß Länge, welcher auf einem Bogen, der an dem Ende der einen ſtählernen Regel befeſtiget war, Grade anzeigte. An dem Ende der andern ſtählernen Regel ging ſenkrecht ein Fuß heraus, auf welchem in der Mitte ein Stift war. Einen dergleichen Stift hatte auch der Zeiger von dem Umdrehungspunkte 4 Linien entfernet. Die Metallſtangen, welche unterſuchet werden ſollten, wurden ebenfalls ein Fuß lang gemacht, und nahe bey den Enden mit Löchern verſehen, mit welchen ſie in die erwähnten Stifte eingeleget werden konnten. Wurde eine ſolche Stange länger als ein Fuß, ſo veränderte ſich auch die Stellung des Zeigers. Nun betrug die Entfernung des Stiftes am Zeiger vom Ruhepunkte 4 Linien, und die Länge deſſelben = 1 Fuß = 144 Linien, alſo wurde die Verlängerung der Metallſtange an dem Gradbogen 36 Mahl merklicher. Noch ein anderes Inſtrument mit krumm gebogenen Stangen zur Erhitzung mit Lampen gab **Bouguer** nach einer von ihm erdachten Theorie an, welches aber ſeiner Erwartung nicht entſprach.

Genauere Verſuche dieſer Art hat **Smeaton** *) angeſtellet, wozu er ein Pyrometer gebrauchte, das wie das Muſſchenbroekiſche ein blechernes Gefäß beſitzet, in welchem das Waſſer durch untergeſetzte Lampen erhitzt wird. Ein Thermometer zeigt den Grad der Hitze an. Die Verlängerung der ins Waſſer gebrachten Stange treibt die Mitte eines einarmigen Hebels fort, welcher ſich um eine am untern Theile befindliche Axe dreht, und durch eine Feder gegen die Stange gedruckt wird. Am obern Ende dieſes Hebels iſt ein Schenkel, welcher ſich in einem Gewinde auf- und abwärts bewegen läßt. Das Fortrücken des Hebels wird vermittelſt einer Mikrometerſchraube auf dieſe Art gemeſſen: den beweglichen Schenkel nimmt man ganz locker an ſeinem Griff, und läßt ihn durch ſein eigenes Gewicht herabſinken, bis er faſt wag-

*) Deſcription of a new pyrometer; in d. Philoſ. transact. Vol. XLVIII. 1784. No. 79.

recht ſteht, hält ihn ſo ſchwebend, und ſchraubt dann die Mikrometerſchraube ſo weit ihm entgegen, bis ihr Ende das Ende des Schenkels berühret, welches man leicht durchs Anſtoßen, durchs Gefühl und Geſicht wahrnehmen kann. Die Stellung der Schraube zeigt alsdann die Größe der Verlängerung, wenn nämlich vorher der Werth der Schraubengänge iſt beſtimmt worden, wozu hier kein anderes Mittel als die Erfahrung iſt. **Smeaton** fand an ſeinem Pyrometer den Werth von einem Hunderttheile der Umdrehung = $\frac{100}{37808}$ Zoll, und weil die Genauigkeit der Berührung bis auf $\frac{1}{4}$ eines ſolchen Theils fühlbar war, ſo glaubte er, daß ſeine Abmeſſungen bis auf $\frac{1}{2345}$ Zoll ſicher wären. Zuletzt führet er an, daß ſchon **Graham** Mikrometerſchrauben zu ähnlichen Abſichten gebrauchet, und die Genauigkeit ſehr weit gebracht habe; ſeine Methode ſey aber ganz neu, und zuverläſſiger, als irgend eine ihm bekannte, beſonders, wenn man das Anſtoßen der Schraube an den Schenkel durchs Gehör bemerke, und zur Beſtimmung annehme.

Noch ein anderes Pyrometer wird von **Nollet** beſchrieben *), bey welchem die Metallſtange durch unmittelbar untergeſtellte Lampen erhitzt wird, und mittelſt einer in einem Glasgehäuſe eingeſchloſſenen Verbindung von Hebeln einen bezahnten Sektor beweget, welcher in ein Getriebe eingreift, an deſſen Axe ein Zeiger befindlich iſt. Es würde unnöthig ſeyn, dieſes weitläuftig zu beſchreiben, weil man leicht einſieht, daß Abänderungen dieſer Art keine großen Schwierigkeiten machen.

Was man ſich nun von dieſen Werkzeugen zu verſprechen habe, werden die verſchiedenen und mancherley Verſuche beweiſen, welche damit ſind angeſtellet worden. Die erſte Veranlaſſung zu ſolchen Verſuchen gab die Beobachtung des Herrn **Richer**, welche er zu Cayenne an ſeiner Pendeluhr wahrnahm. Die Anhänger des **Carteſius** wollten nämlich noch nicht zugeben, daß unterm Aequator die Schwere geringer ſey, als gegen die Pole zu, und glaubten daher, daß der

*) Leçons de phyſique experiment. Tom. IV. p. 353.

der Grund von der zu machenden Verkürzung der Pendelſtange zu Cayenne in der Wärme zu ſuchen ſey. Daher wurde es nothwendig, Verſuche über die Ausdehnung der Metalle durch die Wärme anzuſtellen. **Picard** fand, daß eine eiſerne Stange, welche in der Winterkälte 1 Fuß lang war, am Feuer um $\frac{1}{4}$ Linie, alſo um $\frac{1}{576}$ ihrer Länge verlängert wurde. Nach **de la Hire** Beobachtung hatte eine eiſerne Toiſe, welche im Winter das richtige Maß hatte, im Sommer an der Sonne um $\frac{1}{1296}$ ihrer Länge zugenommen. Aus dieſen Beobachtungen machte **Newton** den Schluß, daß die Ausdehnung der Wärme viel zu gering ſey, um eine ſo beträchtliche Verkürzung der Pendelſtange zu Cayenne vornehmen zu müſſen; dieſe Beobachtung beweiſe vielmehr die verminderte Schwere und die abgeplattete Geſtalt der Erde. Anfangs wollte man in Frankreich **Newton's** Schluß nicht gelten laſſen; man behauptete vielmehr gegen **Newton** oft mit Heftigkeit der Carteſianer Meinung. So blieb dieſe Sache eine lange Zeit liegen, bis erſt nach 1730 **Newton's** Meinung in Frankreich Anhänger fand; man fühlte die Wichtigkeit, die Längen der Pendeln und Meßſtangen einer genauern Prüfung zu unterwerfen. Damahls gab **Muſſchenbroek** ſein erſtes Pyrometer an, welches die Ausdehnungen ſehr groß und ſichtbar macht. Die Mitglieder der Pariſer Akademie ſtellten über dieſen Gegenſtand bey der Gradmeſſung in Peru Unterſuchungen an, welcher durch **Grahams** Erfindung, die Pendelſtangen aus Metallen von verſchiedener Art zuſammen zu ſetzen, und dadurch den Einfluß der Wärme durch Compenſationen aufzuheben, noch wichtiger gemacht wurde; m. ſ. **Pendel**. Man bediente ſich der Mikrometerſchraube, um geringere Ausdehnungen genau zu beſtimmen, und **Smeaton** machte mit Hülfe dieſes Mittels ſehr genaue Verſuche bekannt. Noch neuere Verſuche hat der **P. von Herbert** *) mit einem Muſſchenbroek'ſchen Pyrometer angeſtellet.

*) Diſſ. de igne. Vienn. 1773. 8.

Die Reſultate der verſchiedenen Verſuche gibt folgende Tafel an. Die Länge der Stangen iſt beym Eispunkte = 100000 geſetzet. Die Zahlen geben an, um wie viele Hunderttauſendtheile dieſer Länge ſie ſich ausdehnen, wenn ſie bis zum Siedpunkte des Waſſers erhitzt ſind.

	Muſſchenbroek	Ellicott	Bonguer	Dom Juan	Condamine	Smeaton	Herbert
Glas	—	—	78	60	—	83	86
Gold	—	73	94	—	—	—	—
Bley	142	155	109	—	—	286	262
Zinn	141	—	—	—	—	248	212
Silber	—	103	73	—	—	—	189
Meſſing	101	95	—	204	—	193	172
Kupfer	80	89	—	167	174	170	156
Stahl	77	56	—	127	—	122	—
Eiſen	73	60	55	92	106	125	107

Dieſe Tabelle zeiget, wie wenig die Reſultate der Verſuche mit einander übereinſtimmen. Die abſoluten Größen der Ausdehnungen ſind von Dom Juan, Condamine, Smeaton und Herbert weit größer, und beynahe doppelt ſo groß angegeben, als von Muſſchenbroek, Ellicott und Bouguer. Wahrſcheinlich rühren dieſe Unterſchiede von der verſchiedenen Einrichtung der Inſtrumente her. **Lowitz** in Nürnberg legte im Jahre 1753 eine 20 Fuß lange eiſerne Stange nebſt einem Thermometer an die Sonne, und fand ſie um $\frac{1}{2500}$ verlängert, indem das Thermometer von 11 bis 114 Grad nach Fahrenheit geſtiegen war. Aus dieſer Beobachtung zeiget **Lambert** durch Berechnung, daß ſich dieſe Stange vom Gefrierpunkte bis zum Siedpunkte höchſtens um $\frac{1}{1250}$, oder um 0,00080 würde ausgedehnet haben, welches der Muſſchenbroek'ſchen Beſtimmung am nächſten kömmt.

Bey ſolchen Körpern, auf welche die Wärme nicht nur einen unmittelbaren, ſondern auch einen mittelbaren Einfluß durch die in ihnen enthaltenen Feuchtigkeiten hat, iſt der Erfolg ganz anders. Die Feuchtigkeiten nämlich, welche ſie enthalten, gehen durch Einwirkung der Wärme in Dampfgeſtalt fort, daher wird ihre Ausdehnung an der Hitze geringer,

ger, und nur bey der Kälte größer. Es müſſen daher die hygrometriſchen Wirkungen von den pyrometriſchen oder thermometriſchen genau unterſchieden werden. Und auf ſolche Art müſſen diejenigen Schriftſteller verſtanden werden, welche anführen, daß die Wärme gewiſſe Körper nicht ausdehne, wie z. B. Holz, Leder, Knochen u. ſ.

Ein Gedanke von **Ramsden** veranlaßte den Herrn **de Lüc** *), ein Mikroſkop zur Ausmeſſung der relativen Ausdehnungen durch Wärme zu gebrauchen. Es wurden nämlich von denjenigen Materien, deren Ausdehnungen verglichen werden ſollten, die untern Enden an einander befeſtiget, und mit Abtheilungen verſehen. Nach Erwärmung derſelben im Waſſer von bekannter Temperatur zeigte das Mikroſkop, welche Theilungsſtriche mit einander zuſammentrafen, woraus ſich das Verhältniß ihrer Ausdehnungen ſchließen läßt. Er führet an, daß er bey einer Veränderung der Wärme von 10 bis 40 Grad nach ſeiner Eintheilung am Thermometer die Ausdehnung des Meſſings und Eiſens im Durchſchnitt wie 21 zu 10 gefunden habe, welches mit der Beſtimmung von Dom Juan am meiſten übereinkommt. Auch zeigt er ein Mittel, durch ein am Mikroſkop angebrachtes Mikrometer die abſoluten Größen der Ausdehnungen zu finden. Durch einen Verſuch hiermit fand er die Ausdehnung einer Glasröhre vom Gefrierpunkte bis zum Siedpunkte 0,00083 ihrer Länge, völlig eben ſo, wie **Smeaton** angegeben hat. Das Glas dehnet ſich bey gleicher Temperatur ganz genau zu einerley Länge aus, nur iſt der Gang ſeiner Ausdehnung nicht gleichförmig. Wenn es ſich von 70 Grad des de Lüc'ſchen Thermometers bis 0 immer von 10 zu 10 Grad abkühlet, ſo verhalten ſich die ſucceſſiven Verkürzungen wie 31, 29, 26, 24, 22, 19.

Sehr wahrſcheinlich iſt der Erfolg beym Gange der Ausdehnungen der Metalle auf ähnliche Art beſchaffen, ſo daß man

*) An Eſſay on pyrometry and aerometry and on phyſical meaſures in general; in den Philoſ. transact. Vol. LXVIII. 1778. P. I. n. 20.

man von der Verlängerung im Kleinen nicht richtig auf die im Großen ſchließen kann. Bey vielen von denjenigen Verſuchen, auf welche ſich die Rechnung der obigen Tabelle gründet, iſt die Ausdehnung nur für 10 Grad nach Reaum. gemeſſen, und die Größen vom Gefrier- bis zum Siedpunkte daraus berechnet worden. Zum Theil iſt auch hieraus die Verſchiedenheit der obigen Angaben herzuleiten. Auch hat man vorausgeſetzet, daß die Stangen an der Sonne eben die Wärme erhalten hätten, als das Thermometer zeigte, da doch ein großer Unterſchied in Anſehung der Größe, Materie und Farbe der Stangen Statt findet. Aus allen dieſen erhellet nun, daß überhaupt die Pyrometer noch ſehr unvollkommene Werkzeuge ſind.

M. ſ. **Lamberts** Pyrometrie. Berlin 1779. gr. 4. S. 119 f.

Pyrometrie (pyrometria, pyrometrie). Unter dieſem Nahmen kann man eine Wiſſenſchaft begreifen, welche Unterricht gibt von allem, was bey der Wärme und dem Feuer meßbar iſt. **Lambert** *) hat dieſen Lehren zuerſt die Form der Wiſſenſchaft gegeben, welche er in Pyroſtatik, Pyraulik und Pyrodynamik eintheilet. Zur erſten rechnet er die Lehre vom Gleichgewichte, zur zweyten die von der Bewegung und dem Durchfluſſe, und zur dritten die von den Kräften der Wärme und des Feuers, in ſofern Veränderungen in den Körpern hervorgebracht werden. Die Pyrometrie unterſcheidet er von der Thermometrie ſo, daß letztere nur ſolche Grade der Wärme anzeigen ſoll, welche unſerm Gefühle erträglich ſind.

Um die Wirkungen des Feuers und der Wärme kennen zu lernen, handelt **Lambert** zuerſt von der Ausdehnung durch dieſelben, und von verſchiedenen Arten der Thermometer, und zeigt hiernächſt die Geſetze der Mittheilung der Wärme. Darauf macht er Unterſuchungen über die Bewegungen der Wärme, ihre Ausbreitung, Zurückprallung, Geſchwin-

*) Pyrometrie oder vom Maße des Feuers und der Wärme. Berlin, 1779. 4.

ſchwindigkeit, ihren Fortgang mit den Körpern und ihr Aufſteigen insbeſondere. Alsdann betrachtet er die Lehren über die Kraft der Wärme in Vergleichung mit dem Zuſammenhange der Körper, über die Schmelzbarkeit, die Wärme und Kälte bey Miſchungen, die Elaſticität der Wärme u. ſ. f. und bringt einige Gedanken bey von der Ausmeſſung der Stärke und Menge der Feuertheilchen. Zuletzt handelt er noch in zwey Abſchnitten von der Empfindung der Wärme und ihrer Schätzung nach derſelben, und insbeſondere von der Sonnenwärme.

Die Photometrie des Herrn **Lambert** ſollte nach ſeinem eigenen Geſtändniſſe eine Vorbereitung zu dieſer ſeiner Pyrometrie ſeyn, wie denn auch vieles in beyden auf ähnlichen Gründen beruhet. Was bey der Ausmeſſung der Stärke des Lichtes, Lichtmenge, Erleuchtung und Klarheit der erleuchteten Fläche iſt, das iſt bey Meſſung der Wärme, Menge des auffallenden Feuers, Erwärmung und mitgetheilte Wärme. Weil jedoch die Wärme in die Materie der Körper eindringt, das Licht hingegen nur auf Flächen fällt, ſo beruhen doch die Lehren dieſer Wiſſenſchaften nicht völlig auf einerley Gründen. Bey der Erwärmung z. B. iſt die Zeitdauer mit in Betrachtung zu ziehen, welche bey der Erleuchtung wegfällt. Ein erwärmter Körper theilt immerfort den Körpern, welche er berühret, von ſeiner Erwärmung mit. Die Geſetze, nach welchen dieſes erfolget, hatte ſchon **Newton** *) entdecket, und **Lambert** fand ſie mit der Erfahrung ſo übereinſtimmend, daß er die ganze Theorie der Erwärmung und Erkältung darauf gründet. Weniger befriedigend ſind die mathematiſchen Unterſuchungen über die Kraft der Wärme bey der Schmelzbarkeit, Erhitzung der Miſchungen u. ſ. f. indem es hierbey mehr auf chemiſche Verbindungen der Wärme mit den Körpern anzukommen ſcheinet.

Lambert hatte den Entwurf zu dieſer Wiſſenſchaft bereits vor 1756 gemacht, aber ſeitdem wenig daran gearbeitet. Erſt im Sommer 1777 fieng er auf Erinnern ſeiner Freunde weiter

*) Philoſoph. tranſact. 1701 und in den princ. L. III. prop. 8. coroll. 3.

weiter darin zu arbeiten an, und beendigte ſie noch kurz vor ſeinem im September erfolgten Tode, nach welchem ſie mit einer Vorrede von Herrn **Karſten** bekannt gemacht wurde.

Pyrophorus, Luftzünder Selbſtzünder, Hombergiſcher (pyrophorus, pyrophore) iſt eine chemiſche Bereitung in Geſtalt eines ſchwarzgrauen Pulvers, welches ſich an der Luft, beſonders wenn dieſe feucht iſt, von ſelbſt entzündet, und mit einem Schwefelgeruche abbrennt.

Homberg [α]) erfand den Pyrophorus im Jahre 1710 zufälliger Weiſe, da er Menſchenkoth mit Alaun im Feuer deſtillirte, um aus dem erſtern ein weißes Oel zu gewinnen; der jüngere **Lamery** [β]) zeigte hierauf im Jahre 1714 und 1715, daß ſtatt jener Materie andere thieriſche und Pflanzenſtoffe, welche in der Hitze eine Kohle geben, zur Bereitung des Pyrophorus angewendet werden können, und in den neuern Zeiten lehrte endlich **Sauvigny** [γ]), daß auch ohne Alaun Pyrophorus gemacht werden könne, wenn man vitrioliſche Salze mit brennbaren Dingen im Feuer behandelte.

Man bereitet den Pyrophorus am kürzeſten auf folgende Art: man nimmt fünf Theile gebrannten Alaun und einen Theil feines Kohlenpulver, vermengt es aufs genaueſte, ſchüttet es in eine kleine irdene Flaſche mit einer engen Mündung, ſo daß ſie etwa bis zu zwey Drittel angefüllt wird, umſchüttet ſie bis an den Hals in einem Tiegel mit Sande, und ſtellet dieſen ins Feuer. Man erhitzt alles Stufenweiſe bis zum Glühen der Flaſche. Es bildet ſich nun Schwefel, welcher ſich ſublimiret, und an der Mündung der Flaſche mit einer blauen Flamme brennt. Wenn man die Flamme an der Mündung nicht weiter bemerket, ſo iſt der Pyrophorus fertig. Man verſtopft die Flaſche zuerſt mit einem gut paſſenden Thonſtöpſel, nimmt den Tiegel aus dem Feuer, und wenn die Flaſche mehr erkaltet iſt, verſchließt man ſie mit einem Korkſtöpſel ganz feſt.

Wenn

α) Sur un nouveau phosphore in der hiſtoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. 1710. S. 54.

β) Mémoir. de l'Ac. des ſcienc. de Paris, 1714. S. 520. 1750. S. 30.

γ) Mémoir. preſent. Tom. III. S. 180.

Wenn man von dem gut gerathenen Pyrophorus etwas auf Papier ſchüttet, ſo erhitzt er ſich, beſonders beym Anhauchen, und fängt dann von ſelbſt Feuer. Er verbrennt unter einem ſtarken Schwefelgeruche, und hinterläßt eine weißgraue Aſche. In der Lebensluft verbrennt er heftig mit einer röthlichen ſehr glänzenden Flamme, und vermindert ſie beym Verbrennen ſehr anſehnlich und mehr als irgend ein anderer verbrennender Körper. In nicht gut verwahrten Gefäßen verliert der Pyrophorus nach und nach ſeine Selbſtentzündlichkeit.

Ueber die Urſache der Selbſtentzündung hat man eine Menge von Hypotheſen aufgeſtellet, welche hier anzuführen viel zu weitläuftig wäre. Verſuche, beſonders von Scheele *) angeſtellt, haben bewieſen, daß der Alaun nur in ſo fern einen Pyrophorus gibt, als er feuerbeſtändiges Alkali enthält, oder in ſo fern die Kohle, welche man mit dem Alaun verbindet, dergleichen in der Aſche liefert. Nach Herrn Gren zerſetzt die Kohle in der Glühehitze die Schwefelſäure des Alauns, und wird zum kohlenſauren Gas, welches austritt; die Schwefelſäure wird zum Schwefel, welcher ſich verflüchtiget und verbrennt. Das Gewächsalkali, welches bey allem verkäuflichen Alaun iſt, fixirt indeſſen einen Antheil Schwefel und hält ihn zurück, zumahl da die Calcinationshitze nicht bis zum gänzlichen Verfliegen alles Schwefels hinreicht; ferner bleibt die überflüſſig zugeſetzte Kohle ebenfalls übrig. Die Theile des Pyrophorus ſind demnach höchſt trockenes ätzendes Gewächsalkali, Schwefel, Kohle und Thonerde. Daraus läßt ſich nun die Erſcheinung der Selbſtentzündung an der freyen Luft auf dieſe Art herleiten. Berühret nämlich der Pyrophorus die feuchte reſpirable Luft, ſo zieht das trockene Gewächsalkali die Feuchtigkeit an, und erhitzt ſich damit; zugleich entwickelt ſich hepatiſches Gas, welches nun durch Berührung der reſpirablen Luft wieder zerſetzet wird, und die Lebensluft ſelbſt zerſetzt; dadurch wird noch mehr Wärme-

ſtoff

*) Von Luft und Feuer. §. 81. ingleichen berichtigende Bemerkungen über Luftzünder; in Crells chem. Annal. 1785. B. I. S. 484.

ſtoff frey, welcher mit dem Brennſtoffe des Schwefels das Feuer bildet, welches zur Entzündung der Kohle ſtark genug iſt. Nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme verbindet ſich der Schwefel bey der entſtehenden Erhitzung mit dem Sauerſtoffe der Lebensluft, welche ihr Feuer entläßt, das durch die Kohle noch mehr unterhalten wird.

M. ſ. **Gren** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. I. Halle 1794. 8. §. 619 u. f. Deſſen Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 995 u. f.

Q.

Quadrant, aſtronomiſcher (quadrans aſtronomicus, quart-de-cercle aſtronomique) iſt ein abgetheilter Bogen eines Kreisſektors von 90 Graden, an welchem Dioptern ſich befinden, um damit Bogen größter Kreiſe an der ſcheinbaren Himmelskugel zu meſſen. Beſonders wird der Quadrant zu Abmeſſungen der Höhen und der Entfernungen vom Scheitel gebrauchet.

Die aſtronomiſchen Inſtrumente haben erſt in den neuern Zeiten einen gewiſſen Grad der Vollkommenheit erreichet. **Tycho de Brahe** war eigentlich der erſte, welcher ſich Mühe gab, die aſtronomiſchen Werkzeuge zu den Beobachtungen vollkommener einzurichten, und ſeit dieſer Zeit hat man beſonders die abgetheilten Bogen von Kreisſektoren zu Abmeſſungen Bogen größter Kreiſe am Himmel mehr als vormahls zu gebrauchen angefangen. Dergleichen Bogen von Kreisausſchnitten werden überhaupt **Sektoren**, und wenn ſie 90°, 60°, 45° enthalten, beſonders **Quadranten, Sextanten, Octanten** genannt. Die Sektoren unter 90° dienen hauptſächlich zu Abmeſſungen von Entfernungen der Geſtirne. M. ſ. **Entfernung, ſcheinbare.**

Was nun insbeſondere die Quadranten betrifft, ſo ſollen die türkiſchen Aſtronomen dem **Gravius** *) erzählet haben, daß der Tartar **Vlugbeigh** einen Quadranten von ungeheurer Größe errichtet, und damit die Polhöhe zu Samarcanda gemeſſen

*) In praefat. tabul. Vlugbeigh.

gemeſſen habe; allein **Gravius** zweifelt mit Recht, ob es überhaupt möglich geweſen ſey, daß man einen ſolchen ungeheuren Quadranten habe verfertigen, und zur Meſſung der Höhen der Geſtirne gebrauchen können, vielmehr vermuthet er, daß dieſes Inſtrument ein Gnomon zur Beſtimmung der größten und kleinſten Höhe der Sonne geweſen ſey. In der Mitte des ſechszehnten Jahrhunderts hat zuerſt **Pet. Nonius** *) die Einrichtung eines aſtronomiſchen Quadranten angegeben, bey welchem man nicht allein die ganzen Grade, ſondern auch kleinere Theile bey den Abmeſſungen am Himmel zu finden im Stande ſey; es ſollten nämlich 47 concentriſche Quadranten auf einer Ebene beſchrieben werden, wovon der größte in 90, und die übrigen kleinern nach der Ordnung in 89, 88, 87, 86 u. ſ. bis auf 46 gleiche Theile getheilet werden ſollten. Wenn nun die dioptriſche Regel gegen ein Geſtirn gerichtet auf irgend einen Theilungspunkt eines ſolchen Quadranten fällt, ſo wird alsdann das Verhältniß der Theile dieſes Quadranten zu 90 Graden dem Verhältniſſe der von der dioptriſchen Regel auf dem Quadranten abgeſchnittenen Theile zu den zu ſuchenden Graden gleich ſeyn. So hat man z. B., wenn die Regel auf den 40ſten Theilungspunkt des Quadranten, welcher in 56 Theile getheilet iſt, fällt, die Proportion 56 : 90 = 40 : zu ſuchenden Zahl, mithin die gefundene Größe 64° 17′. **Tycho** hat einen ſolchen Quadranten bey ſeinen Beobachtungen gebrauchet, erinnert aber, daß er in der Ausübung bey weitem das nicht leiſte, was man ſich davon verſpreche. Er und **Jobſt Byrge** zu Caſſel gebrauchten daher lieber Quadranten, welche wie gewöhnlich in 90 Grade getheilet waren, und die ſie bloß aus Holze verfertiget hatten. **Tycho** hat die ſeinigen beſchrieben ⁎⁎). Im ſiebenzehnten Jahrhunderte verfertigte ſie

*) Tractat. de crepuſculis 1542. 4. propoſ. 3.

⁎⁎) Aſtronomiae inſtauratae mechanica. Wandesburgi 1798. fol. recuſ. Norimb. 1602. fol.

ſie Hevel mit großen Unkoſten von Meſſing, und beſchrieb ſie ebenfalls ſelbſt *).

Die Quadranten ſind entweder bewegliche (portatiles) oder unbewegliche (Mauerquadranten, fixi, murales). Bey den erſtern wird der getheilte Bogen oder **Limbus** durch eiſerne Stäbe oder Querbänder gehalten, und ruhet vermittelſt einer im Schwerpunkte des Ganzen angebrachten Welle auf einem Stative. Um nun mit dieſem Inſtrumente Höhen oder Abſtände vom Scheitel zu meſſen, bringt man es in eine Vertikalfläche, wo es ſich entweder um den Schwerpunkt drehen läßt, oder daſelbſt unbewegt ſtehen bleibt.

Im erſten Falle, welchen fig. 13. vorſtellet, iſt ſelbſt das Diopterlineal ac an dem Quadranten feſt, und aus dem Mittelpunkte c des Quadranten abc hängt an einem feinen Faden das Bleyloth p herab. Wenn nun das Diopterlineal nach dem Stern ſ gerichtet, und zcſ die ſcheinbare Entfernung deſſelben vom Zenith z iſt, ſo gibt das Bleyloth auf dem Limbus die Größe der Bogen ad und db an, wovon erſterer das Maß des Winkels acd = zcſ, oder die Entfernung des Sternes vom Zenith, letzterer aber das Complement von jenem zu 90°, folglich das Maß der Höhe des Sternes iſt. Dieſe Art beweglicher Quadranten wird vorzüglich in Frankreich gebrauchet, wovon **de la Lande** β) eine umſtändliche Beſchreibung gibt.

Im andern Falle, den die fig. 14. vorſtellet, bleibt der Quadrant feſt ſtehen, wenn zuvor die Linie ac, welche vom Mittelpunkte c nach dem erſten Theilungspunkte gehet, genau in eine wagrechte Lage iſt gebracht worden. Hier iſt aber das Diopterlineal dc um den Mittelpunkt beweglich. Dieſes wird gegen den Stern ſ gerichtet, da alsdann dadurch die Bogen ad und db beſtimmt werden, welche die Maße der Winkel acd und dcb, oder der Höhe und der Entfernung des Sternes ſ vom Scheitel z ſind. Bey dieſer Einrichtung der Quadranten hat man den Vortheil, an dem Diopter-

*) Machinae coeleſtis pars prior. Gedani, 1673. fol.

β) Aſtronom. Handb. ſ. 331 u. f.

Diopterlineale einen Nonius anzubringen, wodurch die Bogen in noch kleinern Theilen des Kreiſes gefunden werden können, als der Limbus unmittelbar angibt.

An beyden Arten der beweglichen Quadranten wird gewöhnlich noch ein horizontaler feſter eingetheilter Kreis angebracht. Wird alsdann derjenige Durchmeſſer dieſes Kreiſes, der durch den Anfang der Theilung geht, genau auf die Mittagslinie des Beobachtungsortes gebracht, ſo gibt ein in der Fläche des Quadranten befindlicher Zeiger auf der Theilung den Bogen an, um welchen dieſe Fläche von der Fläche des Mittagskreiſes abweicht. Dieſer Bogen iſt das Azimuth des Geſtirnes, nach welchem der Quadrant gerichtet iſt. M. ſ. **Azimuth.** Dieſerwegen heißt auch dieſer horizontale Kreis der **Azimuthalkreis**, und das ganze Werkzeug ein **Azimuthalquadrant.** Auf ſolche Art wird durch eine einzige Beobachtung die Höhe des Sternes und zugleich ſein Azimuth gefunden.

Was den unbeweglichen Quadranten oder den Mauerquadranten betrifft, ſo wird dieſer an eine Mauer in der Mittagsfläche befeſtiget, und mit einem Diopterlineale nebſt Varniner verſehen. Durch denſelben kann man alſo bloß die Mittagshöhe meſſen. Gewöhnlich wird aber ein ſolcher Quadrant viel größer als ein beweglicher gemacht, und dienet daher zu den wichtigſten und genaueſten Beobachtungen. **Tycho de Brahe** hat bey ſeinen Beobachtungen den Mauerquadranten zuerſt gebrauchet.

Weil die gewöhnlichen Dioptern, welche überhaupt bey allen Winkelinſtrumenten als ein Haupttheil zu betrachten ſind, um durch ſelbige nach entfernten Objekten zu viſiren, beſonders bey weit entlegenen Objekten beynahe ganz unbrauchbar ſind, ſo kam ſchon **Picard** auf den Gedanken, ſtatt derſelben **Diopteern** mit **Fernröhren** (dioptricae teleſcopicae) zu gebrauchen. Wahrſcheinlich hat er ſich derſelben zuerſt im Jahre 1669 bey ſeiner Gradmeſſung in Frankreich bedienet. Auch D. **Hook** in England kam auf den Gebrauch der Fernröhre, und auf die Anwendung des Nonius, und

ſchrieb über Hevels Werkzeuge, welche noch bloße Diopteru und Theilungen mit Transversallinien hatten, eine bittere Kritik *). Dieſerwegen reiſete Halley im Jahre 1679 mitten im Sommer nach Danzig, um Hevels Werkzeuge ſelbſt in Augenſchein zu nehmen. Er mußte aber endlich geſtehen, daß Hevels Dioptern die teleſkopiſchen Dioptern übertrafen. In den neuern Zeiten hingegen, da die Fernröhre einen höhern Grad der Vollkommenheit erhielten, und überhaupt Mittel entdeckt wurden, ſie richtig anzubringen, ſind ihre Vorzüge vor den bloßen Dioptern völlig entſchieden.

Um mittelſt des aſtronomiſchen Quadranten die Abmeſſungen am Himmel ſo genau als möglich zu vollbringen, muß die Eintheilung des Limbus mit der größten Sorgfalt verrichtet werden, und die Theilſtriche mit der größt möglichſten Feinheit eingeriſſen ſeyn. Denn es läßt ſich durch eine leichte Rechnung zeigen, daß für den Halbmeſſer des Limbus = 1 Fuß die Dicke eines Theilſtriches von 0,001 Zoll wenigſtens 17 Sekunden faſſe. In den neuern Zeiten hat man ſich daher beſonders viel Mühe gegeben, die Theilungsmethoden des Limbus immer mehr zu vervollkommnen. In dieſem Stücke haben ſich vor andern die Engländer und vorzüglich die Künſtler **Graham**, **Bird** nnd **Jeſſe Ramsden** hervorgethan. Herr **Geißler** **) hat die Theilungsmethoden der berühmteſten Künſtler von D. **Hook** bis auf **Ramsden** geſammelt und beurtheilet. Durch Graham ſind viele Werkzeuge für Ausländer, ſelbſt für Franzoſen getheilet worden; einen Sektor von dieſem hatte unter andern **Maupertuis**, womit er in Lappland die Polhöhen zu ſeiner Gradmeſſung beſtimmte; auch **Bradley** beobachtete mit einem ſolchen bey der Entdeckung der Abirrung des Lichtes. M. ſ. **Abirrung des**

*) Animadverſions on the firſt port of the machina coeleſtis, of the honourable, learned, and deſervedly famous Joannes Hevelius, together with an explication of ſome inſtruments made by R. H. Lond. 1674. 4.

**) Ueber die Bemühungen der Gelehrten und Künſtler, mathematiſche und aſtronomiſche Inſtrumente einzutheilen. Dresden, 1792. 8. mit ſieben Kupfern.

des **Lichtes**. Für die Sternwarte in Greenwich hatte **Bird** einen Mauerquadranten von 8 engl. Fuß Halbmeſſer getheilet, welcher zu den Beobachtungen auf der Mittagsſeite dienet. Wegen ſeiner Theilungsmethode verſprachen ihm die Commiſſarien zu Erfindung der Länge auf der See 500 Pfund Sterling, beſonders mit der Bedingung, ſeine Kunſtgriffe zu beſchreiben, und eidlich zu beſtärken. Ein Theil von dieſer Beſchreibung α) verbeſſert noch einige Methoden **Grahams**, und in einer andern Schrift β) wird der Bau der Mauerquadranten an dem Beyſpiele des zu Greenwich gelehret. Keiner hat es aber in der genauern Eintheilung der Winkelmeſſer ſo weit gebracht, als **Ramsden**. Mit ſeiner Theilungsmaſchine kann man einen Sextanten binnen 20 Minuten eintheilen, wofür ihm von der Commiſſion über die Meereslänge eine Belohnung von 615 Pfund Sterling bewilliget worden. Dabey mußte er eidlich beſtärken, daß die bekannt gemachte Maſchine wirklich diejenige ſey, womit er ſeine Inſtrumente theile, und zugleich verſprechen, alle Octanten von beſtimmter Größe um einen gewiſſen Preis zu theilen. Im Jahre 1777 ward die Maſchine in Kupfer geſtochen.

Ramsden hat für den Lord **Marlborough** zu Blenheim einen Quadranten von 6 Fuß Halbmeſſer verfertiget, welcher durch eine Verbindung von 4 Säulen, die ſich um zwey Zapfen wenden, während einer Minute nach Mitternacht und nach Mittag gewendet werden kann. Für dieſes Inſtrument iſt der Bogen von 90° ſo genau berichtiget, daß nicht eine einzige Sekunde Irrthum dabey Statt findet.

So ſehr auch die Quadranten zur Meſſung der Winkel gebrauchet worden, ſo ſind zu dieſem Zwecke jetzt faſt allgemein ſtatt der Quadranten ganze Kreiſe gewählet worden. Schon **Tobias Mayer** gebrauchte zu ſeinen Beobachtungen einen ganzen Kreis, welchen der Herr Hofr. **Mayer** in Göttingen

α) The method of dividing aſtronomical inſtruments by *John Bird*. Lond. 1767. 4. überſetzt in Käſtners aſtronom. Abhandl. zweyte Samml. Gött. 1774. 8. S. 188 f.

β) The method of conſtructing mural Quadrants etc. Lond. 1768. 4.

tingen *) beſchrieben hat. Selbſt **Ramsden** verlangt zur genaueſten Winkelmeſſung einen getheilten Kreis, und führet dieſerwegen folgende Gründe an: 1) die geringſte Veränderung im Mittelpunkte werde durch die beyden einander entgegengeſetzten Punkte angezeiget, 2) weil der Kreis auf der Drehbank bearbeitet werde, ſo erhalte dadurch ſeine ebene Fläche einen Grad von Genauigkeit, den man bey den Quadranten durch kein Mittel erreichen könne, 3) werde ein jeder Winkel auf dem Kreiſe durch zwey gegenüberſtehende Bogen gemeſſen, welches zur Berichtigung ſehr dienlich ſey, 4) könne täglich der erſte Theilungspunkt mit der größten Leichtigkeit berichtiget werden, 5) die Ausdehnung des Metalls durch die Wärme erfolge ſehr regelmäßig, und könne zu keinem Fehler Anlaß geben, 6) könne der Kreis zugleich Mittagsfernrohr und Mauerquadrant ſeyn, 7) bringe man noch einen horizontalen Kreis unter der Axe an, ſo werde er zugleich Azimuthalwerkzeug, und gebe die Refraktion unabhängig vom Zeitmaße. Herr Ramsden hat Winkelmeſſer dieſer Art für Ausländer häufig verfertiget.

Wie ein ſo viel als möglich vollkommener Winkelmeſſer zu verfertigen ſey, habe ich in meinen Anfangsgründen der Feldmeßkunſt; Jena, 1796. 8. §. 84. gezeiget.

Quadranten-Elektrometer ſ. **Elektrometer.**

Quadrat, elektriſches, elektriſche Platte, geladene Platte (quadratum electricum; tabula electrica, carreau électrique). Unter dieſem Nahmen begreift man gewöhnlich eine vierſeitige Glasplatte, Harzplatte, Siegellackplatte, oder irgend eine Platte von einem an ſich elektriſchen Körper, welcher auf beyden Seiten mit einer leitenden Materie beleget iſt, doch ſo, daß auf beyden Seiten am Rande ein Raum von wenigſtens zwey Zollen Breite unbelegt gelaſſen wird.

Die Glasplatten belegt man insgemein mit Stanniol oder dünnen Goldblättchen, die man mit Gummiwaſſer aufklebet. Die Platten von harzigen Subſtanzen, welche ſich leicht ſchmel-

*) Gründl. u. faßl. Unterricht zur praktiſchen Geometrie. Th. I. §. 59.

ſchmelzen laſſen, wie z. B. Pech, Siegellack u. ſ. f. werden am beſten ſo belegt, daß man zuerſt ein Stück Stanniol von gehöriger Geſtalt und Größe auf eine Marmorplatte legt, und die geſchmolzene Materie darauf gießet. Ueber jene verbreitet man ſodann die aufgegoſſene Materie mittelſt einer Glasſcheibe, oder einem andern glatten ebenen Körper, und glättet ſie, und druckt darauf ein eben ſo großes Stück Stanniol mit einem heißen Eiſen gelind auf. Dergleichen Platten laſſen ſich ſehr leicht von den Marmorplatten abnehmen. Sollen endlich flüſſige elektriſche Körper beleget werden, ſo nehme man eine irdene Schüſſel mit einem flachen Boden, lege in ſelbige ein Stück Stanniol, welches ringsum ein Paar Zolle ſchmäler iſt, als der Boden der Schüſſel, und ſtecke durch eine Oeffnung im Boden einen dünnen Draht bis zur Berührung des Stanniols ein. Hierauf gieße man den flüſſigen elektriſchen Körper in die Schüſſel, und laſſe eine meſſingene Platte, welche mit dem Stanniol einerley Größe hat, von dem Conduktor der Elektriſirmaſchine an einer Kette bis zur Oberfläche des flüſſigen Körpers herabhangen, ſo daß ſie gerade über das Stück Stanniol kömmt, und damit parallel hängt.

Daß ſich dergleichen belegte Platten eben ſo, wie die Verſtärkungsflaſchen laden und entladen laſſen, iſt bereits unter dem Artikel, **Flaſche, geladene**, angeführet worden. Der Erſchütterungsfunke ſolcher Tafeln iſt ungemein ſtark, und hat dieſerwegen von den franzöſiſchen Experimentatoren den Nahmen des Wetterſchlags erhalten.

Um den Verſuch mit dergleichen Platten wirklich anzuſtellen, hat man nur nöthig, die eine Belegung mit der Erde, und die andere mit dem Conduktor der Elektriſirmaſchine in Verbindung zu bringen; auf ſolche Art wird die Platte alsdann durch Drehung der Maſchine geladen, und, wenn hiernächſt beyde Belegungen in eine leitende Verbindung gebracht werden, entladen. Man kann z. B. ein elektriſches Quadrat auf eine Metallplatte, die mit dem Conduktor der Maſchine verbunden und iſolirt iſt, legen; berühret man alsdann die

obere Belegung des Quadrats mit der Hand, und dreht die Maſchine, ſo wird es dadurch geladen. Würde man nun auf ſolche Art mit der andern Hand den Conduktor der Maſchine oder die Kette, die zur Metallplatte gehet, berühren, ſo würde man einen ſtarken Erſchütterungsfunken erhalten. Um aber dieſen zu vermeiden, bringt man einen Auslader mit dem einen Knopfe auf das elektriſche Quadrat, und berühret mit dem andern den Conduktor der Maſchine oder die Kette, da alsdann die Entladung erfolget. Will man hingegen die ſo geladene Platte nicht ſogleich entladen, ſondern ſie vielmehr an einen andern Ort bringen, ſo faßt man ſie am unbelegten Rande und in gehörigen Entfernungen von den Belegungen an, da ſie alsdann ſicher an den andern Ort gebracht werden kann.

Dieſe elektriſchen Platten ſind bald nach Entdeckung der Leidner Flaſche zuerſt von Dr. **Bewis** in England gebrauchet worden. Dieß wird von **Watſon** [α]) mit der Bemerkung erzählet, daß eine ſolche Platte von 1 Quadratfuß Belegung eben ſo ſtark explodirt habe, als eine gewöhnliche halbe Pintenflaſche mit Waſſer gefüllt. Nach **Prieſtley** [β]) rührt dieſe Erfindung von **Smeaton** her. Nicht lange darauf kamen auch **Franklin** [γ]) und ſeine Freunde darauf, runde Glasſcheiben zu belegen. Eine ſolche Scheibe legten ſie auf eine Hand, und oben darauf eine Bleyplatte, welche ſie elektriſirten und den Finger dagegen brachten. Nachher brachten ſie die Glasſcheibe zwiſchen zwey Bleyplatten, welche ringsum 2 Zoll kleiner waren, elektriſirten die obere Bleyplatte, trennten hierauf das Glas von dem Bley, und fanden, daß aus den elektriſirten Stellen der Glasſcheibe elektriſche Funken herausgelockt werden konnten, und daß die Erſchütterung wieder erfolgte, wenn die völlig von ihrer Elektricität befreyete Bleyplatte wieder an die Scheibe gebracht, und gehörig verbunden worden. Daraus machten ſie den

Schluß,

α) Philoſoph. transact. No. 485. p. 93 ſqq. §. XI.
β) Geſchichte der Elektricität durch Krünitz. S. 62.
γ) Briefe von der Elektricität; überſ. von Wilke. Leipz. 1758. S. 34 u. f.

Schluß, daß die Ladung nicht in der Belegung, ſondern in der Glasfläche ſey, und die Belegung bloß als Armatur wirke. **Franklin** gebrauchte die Glastafeln zu verſchiedenen elektriſchen Verſuchen.

Weil eine ſolche geladene elektriſche Platte mit der Leidner Flaſche unter gleichen Umſtänden ſich befindet, ſo müſſen auch die Erſcheinungen von jener nach eben den Geſetzen erfolgen, als die der geladenen Leidner Flaſche, wovon bereits unter dem Artikel, **Flaſche, geladene**, hinlänglich iſt geredet worden. Man war auch ſonſt der Meinung, daß eine ſolche gläſerne Platte deſto ſtärker geladen werden könne, je dünner ſie ſey, weil nämlich alsdann das Vermögen der einen Elektricität die ihr entgegengeſetzte auf der andern Seite hervorbringen, deſto ſtärker werde. Allein Herr **Bohnenberger** *) hat zu zeigen ſich bemühet, daß ſich dickes Glas überhaupt an ſich ſtärker laden laſſe, als dünneres, vorausgeſetzt, daß die Maſchine verhältnißmäßig ſtark genug wirke. Geſetzt auch, man hätte gefunden, daß eine Glasplatte von einer gewiſſen Dicke mit einer ſehr ſtarken Maſchine nicht geladen werden könne, ſo wäre es immer noch nicht entſchieden, ob auch der nämliche Fall eintreten würde, wenn man dabey eine Maſchine von noch beträchtlicherer Wirkung zu gebrauchen im Stande wäre.

Die merkwürdigſten Erſcheinungen zeigen ſich, wenn man elektriſche Platten an einander leget, und ſie wie eine einzige behandelt. **Symmer** β) hat zuerſt Verſuche hierüber im Jahre 1759 gemacht, welche von **Beccaria** und **Cigna** γ) noch weiter getrieben wurden. Die meiſten Verſuche betreffen die merkwürdigen Erſcheinungen geriebener ſeidener Bänder und Strümpfe, welche ſich eben ſo wie dünne elektriſche Platten verhalten. Würden zwey recht ebene Glasplatten über einander geleget, und die beyden auswärts gekehrten

*) Beyträge zur theoretiſchen und praktiſchen Elektricitätslehre. St. 1. S. 1.

β) Philoſoph. transact. Vol. LI. P. 1. p. 366.

γ) Miſcellan. ſocietat. Taurinenſ. 1765. p. 31 ſqq.

kehrten Seiten belegt, und alsdann beyde wie eine einzige geladen, ſo hingen ſie nach dem Laden ſehr feſt an einander. Wären ſie aber auf beyden Seiten beleget, und jede beſonders geladen, ſo hingen ſie nicht an einander.

Wenn man die Platten, welche nur auf einer Seite beleget und zuſammengeladen ſind, von einander trennt, ſo wird die eine Platte auf beyden Seiten poſitiv und die andere negativ gefunden werden. Entladet man ſie aber vor der Trennung, ſo werden ſie auch immer noch an einander hangen, und, wenn ſie wirklich getrennet werden, noch elektriſiret ſeyn, jedoch mit dieſem merkwürdigen Unterſchiede, daß diejenige Platte, welche auf beyden Seiten poſitiv war, nun negativ iſt, und die negativ war, nun poſitiv iſt. Legt man ſie wieder zuſammen, ſo hängen ſie von neuem an einander, und zeigen keine Elektricität; werden aber ihre Belegungen berühret, und dann die Platten wieder getrennt, ſo zeigen ſie die nämlichen Erſcheinungen wie vorher u. ſ. w. Dieſen Verſuch kann man zu vielen wiederhohlten Mahlen anſtellen, ohne daß es nöthig wäre, aufs neue zu elektriſiren. Bey der Trennung der Platten im Dunkeln zeiget ſich ein Licht zwiſchen ihren innern Oberflächen.

Das nämliche erfolget, wenn eine auf beyden Seiten belegte Platte geladen, die Belegung der einen Seite weggenommen, eine unbelegte Platte darauf gelegt, und dieſe auf der äußern Seite wieder beleget wird. Beyde Platten hängen an einander, und zeigen getrennt auf beyden Seiten einerley Elektricität; nach vorausgegangener Exploſion aber getrennt, die entgegengeſetzten Elektricitäten. Wird ein Streifchen Papier zwiſchen beyde geleget, ſo bleibt es bey der Trennung nach dem Entladen an der ungeladenen Platte hängen, und wird bey der Wiedervereinigung losgeriſſen. In dieſer Geſtalt iſt der Verſuch ſchon im Jahre 1755 von einem Jeſuiten in Pekin *) gemacht worden, welcher ihn auf 500 Mahl wiederhohlen konnte, ohne die Platten von neuem zu laden. Man ſieht leicht, daß alle dieſe Erſchei-nungen

*) Nov. commentat. Petropol. Tom. VIII. p. 276.

zungen den elektrophoriſchen ähnlich ſind. Für den damahligen Zuſtand der Elektricitätslehre waren ſie aber ganz unerklärbar, und **Symmer** wurde dadurch veranlaſſet, zwey verſchiedene einander anziehende elektriſche Materien anzunehmen.

Der P. **Beccaria** α) ſuchte alle dieſe Erſcheinungen auf ein ganz allgemeines Grundgeſetz zurückzubringen, das er electricitas vindex nannte. Auch ſelbſt **Cavallo** hat in einer eigenen Abhandlung β) dieſe Phänomene aus des P. **Beccaria** allgemeinem Geſetze zu erklären ſich bemühet. Indeſſen wurde die Lehre von den Wirkungskreiſen und der Vertheilung der Elektricität durch die Herrn **Wilke** und **Aepinus** immer mehr ins Licht geſetzet. **Wilke** unterſuchte den Leidner Verſuch genauer, und gab im Jahre 1762 γ) eine Vorrichtung an, wodurch man die Belegungen einer Glastafel nach dem Laden und Entladen von ſelbiger trennen, und alle Theile beſonders unterſuchen konnte. Bey dieſen Verſuchen, welche ſchon auf die Idee des Elektrophors führen, ſtimmte alles mit den Geſetzen der Wirkungskreiſe überein. Nach und nach wurden dieſe Geſetze bekannter, und **Volta** führte noch dieſe Vorſtellung ein, daß eine elektriſche Materie, welche auf eine andere wirke, dadurch ſelbſt beſchäftiget und weniger ſenſibel werde, als wenn ſie unbeſchäftiget und frey iſt; daher er ſie in jenem Zuſtande **gebunden** nennt. Durch dieſe Vorſtellungen ſahe man ſich in den Stand geſetzet, die meiſten der obigen angeführten Erſcheinungen zu erklären, ohne den von **Beccaria** eingeführten allgemeinen Grundſatz zu Hülfe zu nehmen. Bey dieſer Unterſuchung kam **Volta** auf die Erfindung des Elektrophors, deſſen Erklärung von den meiſten erwähnten Phänomenen Rechenſchaft gibt. M. ſ. **Elektrophor.**

Wie

α) Elettriciſmo artificiale. P. II. Sect. VI.; imgl. experimenta atque obſeruationes, quibus electricitas vindex late conſtituitur atque explicatur. Auguſt. Taurin. 1769. 4.

β) Vollſtändige Abhandl. der Lehre von der Elektric. B. II. Leipz. 1797. 8. S. 188 f.

γ) Schwediſche Abhandlung. Th. XXIV. S. 271 u. f.

Wie Herr de Lüc dergleichen Erſcheinungen nach ſeiner Theorie zu erklären bemühet geweſen iſt, ſoll unter dem Artikel, **Wirkungskreiſe, elektriſche**, mit mehreren angeführet werden.

Daß ſich übrigens alle Glasarten nicht auf gleiche Weiſe verhalten, führet **Henley** *) an. Wenn nämlich holländiſche Glasplatten über einander geleget, und wie eine einzige behandelt wurden, ſo hatte nach der Abſonderung eine jede eine poſitive und negative Seite, und beym Ausladen verwandelte ſich die Elektricität beyder Seiten in beyden Scheiben in die entgegengeſetzte. Legt man eine reine trockene unbelegte Platte Spiegelglas zwiſchen zwey belegte Spiegelglas- oder Cronenglasplatten, ſo findet man die erſtere nach dem Laden auf beyden Seiten negativ elektriſiret; legt man ſie aber zwiſchen zwey holländiſche Glasſcheiben, ſo erhält ſie, wie dieſe, auf der einen Seite eine poſitive, auf der andern eine negative Elektricität. In einer andern Schrift bemerket **Henley** ferner, daß die holländiſchen Glasſcheiben, wenn man ſie nach dem Laden ſogleich aus einander nimmt, eben ſo wie die Platten von Spiegelglas, die eine auf beyden Seiten poſitiv, die andere auf beyden negativ ſind; wenn man aber einige Zeit vorbeygehen laſſe, ehe man ſie von einander trenne, ſo ſey der Erfolg jederzeit wie im erſten beſchriebenen Falle. Dieß beſondere Verhalten dieſes Glaſes ſchreibt er der Ungleichförmigkeit ſeiner Maſſe zu.

M. ſ. **Prieſtley** Geſchichte der Elektricität durch **Krünitz**. Berlin und Stralſund 1772. 4. S. 169. u. f. **Cavallo** vollſtändige Abhandlung der Lehre von der Elektricität, a. d. Engl. 4te Aufl. 1797. 8. B. I. S. 51. 296 u. f. B. II. S. 188 u. f.

Quadratur, Quadratſchein, Geviertſchein (quadratura, adſpectus quadratus, quadrature, oppoſition quadrate) heißt überhaupt die Stellung zweyer Planeten, deren Längen ſich um den vierten Theil des Umkreiſes oder um 90° unterſcheiden. M. ſ. **Aſpekten**. In einem etwas ein-

*) Philoſoph. transact. Vol. LXVII. 1777. P. I. Num. 8.

eingeſchränktern Sinne verſteht man unter dem Nahmen der **Quadratur** diejenige Stellung der obern Planeten, welche in Anſehung der Länge 90° von der Sonne abſtehen. In dieſer Stellung culminiren die Planeten ungefähr 6 Stunden eher oder ſpäter als die Sonne, und ſind daher entweder in der erſten, oder in der letzten Hälfte der Nacht ſichtbar. Die Bewegung der Erde um die Sonne erfolgt ſodann in einer Richtung, welche entweder gerade auf den Planeten zu oder gerade von ihm hinwegführet; dieſerwegen ändert ſich die ſcheinbare Bewegung der Planeten zu dieſer Zeit am wenigſten von der Bewegung der Erde, und kömmt der mittlern Bewegung am nächſten.

Was die untern Planeten betrifft, ſo iſt bey ihnen gar keine Quadratur gegen die Sonne gedenkbar, indem ſich dieſe niemahls 90° von der Sonne entfernen. M. ſ. **Merkur, Venus.**

Auch beym Monde nennt man **Quadraturen** oder **Viertel** diejenigen Stellungen desſelben, in welchen er in Rückſicht der Länge von der Sonne um 90° abſtehet. In dieſen Stellen erſcheinet der Mond als eine lichte halbe Scheibe, deren dunkele Hälfte durch eine gerade Linie getrennt iſt. M. ſ. **Mondphaſen.** In dem erſten Viertel zeiget ſich der Mond im Zunehmen etwa ſieben Tage nach dem Neumonde, und iſt alsdann in der erſten Hälfte der Nacht ſichtbar, bis er um Mitternacht untergehet. Im letzten Viertel erſcheinet der abnehmende Mond etwa 7 Tage nach dem Vollmonde; er geht alsdann um Mitternacht auf, und iſt in der andern Hälfte der Nacht ſichtbar.

Qualitäten, Eigenſchaften, Beſchaffenheiten (qualitates ſ. proprietates corporum, qualités ou proprietés des corps) heißen überhaupt alles das, was einem jeden Körper als Individuum zukömmt, als z. B. Durchſichtigkeit, Härte, Sprödigkeit, Zähigkeit u. ſ. f.

Eine jede Materie muß urſprüngliche Qualitäten beſitzen, welche bey jedem noch ſo kleinen Theile derſelben Materie anzutreffen ſind, denn ſonſt würde er kein Theil von dieſer Materie

Materie ſeyn. Die Identität der Materie kann und muß folglich allein an der Permanenz ihrer Qualitäten erkannt werden. Es iſt ein Geſchäft der Naturphiloſophie zu unterſuchen, wie die urſprünglichen Qualitäten mit der Entſtehung der Materie zuſammenſtimmen, welches hier weiter zu verfolgen zu weitläuftig ſeyn würde. Nimmt man mit dem Atomiſtiker an, daß die Atomen als untheilbare Grundkörperchen gar keine Qualitäten haben, ſo iſt es wenigſtens unbegreiflich, wie dergleichen durch Zuſammenſetzung der Atomen entſtehen können. Vielmehr ſcheint man Grund zu haben, eine jede urſprüngliche Qualität als eine Thätigkeit von beſtimmtem Grade anzuſehen, oder welches einerley iſt, die Qualität iſt ſelbſt der Ausdruck des Phänomens der Materie, oder das Zuſammenwirken der zurückſtoßenden und anziehenden Kraft in einem beſtimmten Grade. Denn ſetzte man die unendliche Theilbarkeit der Materie voraus, und behauptete gleichwohl, daß jede Materie urſprünglich mechaniſch zuſammengeſetzet ſey, ſo müßte ſie in Nichts auflösbar, mithin ſelbſt aus Nichts entſtanden ſeyn. Derjenige alſo, welcher die mechaniſche Entſtehung der Materie vertheidiget, muß ſie nothwendig aus Atomen zuſammenſetzen laſſen. Die Atomen aber ohne urſprüngliche Qualitäten gedacht, können unmöglich dergleichen in der Zuſammenſetzung entſtehen laſſen. Es ſcheint alſo der Atomiſtiker mit ſich ſelbſt im Widerſpruche zu ſeyn. Daher will auch der Atomiſtiker lieber die Materie als bloßen Schein betrachten, und ſich mehr mit den Erſcheinungen beſchäftigen, als von Qualitäten der Materie ſprechen. Dieß heißt aber eben ſo viel, als den Weg verſperren, auf dem man vielleicht auf den feſten Grund und Boden kommen könne. Erfahrungen müſſen in der Naturwiſſenſchaft folglich vorangehen; aber beruht denn unſer Wiſſen überhaupt nicht auf Erfahrung? Der Unterſchied zwiſchen Sätzen a priori und den a poſteriori iſt bloß in Abſicht auf unſer Wiſſen und die Art unſers Wiſſens gemacht worden. So iſt alſo ein jeder Satz, von dem ich nur hiſtoriſche Kenntniſſe habe, ein Erfahrungsſatz, welcher aber, wenn

ich die Einſicht mittelbar oder unmittelbar in ſeine innere Nothwendigkeit erlange, ein Satz a priori wird. Es iſt daher eine unnachläſſige Forderung, daß auch ſelbſt der eigentliche Phyſiker bis zum erſten Urſprunge der Materien ſo viel als möglich zurückgehen müſſe, um die Uebereinſtimmung der urſprünglichen Qualitäten mit der Materie einzuſehen.

Von dieſen urſprünglichen Qualitäten, welche auch innere Qualitäten genennt werden können, unterſcheidet man die **abgeleiteten** Qualitäten, welche bey Körpern, wenn ſie in gewiſſe Zuſtände kommen, Statt finden. So ſind die Qualitäten eines jeden chemiſchen Produktes abgeleitete Qualitäten, wie z. B. Härte, Zähigkeit, Feſtigkeit u. ſ. Aber auch dieſe Qualitäten müſſen als Zuſammenwirkung der zurückſtoßenden und anziehenden Kräfte von beſtimmtem Grade derjenigen Körper, welche ſich chemiſch mit einander verbinden, betrachtet werden.

Zu den Zeiten der ſcholaſtiſch-ariſtoteliſchen Phyſiker machte man mit dem Worte Qualitäten einen wahren Mißbrauch. Denn wenn man für gewiſſe Erſcheinungen nicht ſogleich eine Urſache finden konnte, ſo legte man denjenigen Körpern, welche dieſe Phänomene bewirkten, eine eigene Qualität bey. Auf ſolche Art entſtand eine Menge Nahmen von Qualitäten der Körper, welche in mehrere Claſſen abgetheilet wurden, worunter beſtändig eine wiederum Urſache von der andern ſeyn ſollte. So wurde Wärme und Kälte als erſte Qualitäten angeſehen, welche Urſache der Feuchtigkeit und Trockenheit, als zweyter Qualitäten, ſeyn ſollten. Eine gewiſſe Claſſe ſolcher Kräfte, von welcher ſich weiter keine Urſache angeben ließ, nannte man **verborgene Qualitäten**. Beyſpiele davon ſind die Abneigung der Natur gegen den leeren Raum, und die plaſtiſche Kraft, aus welcher man die Entſtehung der Formen organiſirter Körper erklärte. Ueberhaupt war in den damahligen Zeiten die Phyſik in dem traurigſten Zuſtande, indem ſie größtentheils leere Terminologien und Wortſtreitigkeiten enthielt. Endlich ſtürzte Carteſius

teſius das ganze Lehrgebäude der ſcholaſtiſchen Phyſik, und hiermit zugleich die verborgenen Qualitäten. Nachdem nun **Newton** ſein Syſtem von der allgemeinen Anziehung bekannt machte, ſo glaubten die Anhänger des **Carteſius** in ſelbigem eine verborgene Qualität wieder zu finden, daher auch dieſes Syſtem anfänglich nicht allgemeinen Beyfall erhielt. Die Atomiſtiker haben ſich lange bemühet, von dieſer allgemeinen Anziehung einen Grund aufzufinden, aber ihre Bemühungen ſind bis jetzt ohne Erfolg geweſen. Nach dem dynamiſchen Syſteme muß man die Anziehung als eine Grundkraft nicht als Qualität annehmen. M. ſ. **Attraktion.**

Queckſilber (hydrargyrum, argentum viuum, mercurius, vif-argent, mercure) iſt ein ſchon bey der Temperatur unſerer Atmoſphäre ſtets flüſſiges Metall von Farbe und Glanze dem Silber ähnlich. Sein ſpecifiſches Gewicht iſt in Vergleichung mit dem des Waſſers = 14,110; folglich iſt es nach dem Platinum und dem Golde das ſchwerſte Metall. Sonſt war man der Meinung, daß die Flüſſigkeit dem Queckſilber weſentlich eigen ſey, und ſich nie im metalliſchen Zuſtande, als feſten Körper, darſtellen laſſe. Allein im Jahre 1759. zeigte **Braun** zuerſt, daß es durch Hülfe einer ſehr ſtarken Kälte feſt wurde, ſich hämmern und mit Meſſern ſchneiden ließ, einen dumpfen Klang, wie Bley, von ſich gab, und biegſamer als dieſes und reines Gold zu ſeyn ſchien. Die Verſuche, welche wegen der Gefrierung des Queckſilbers ſind angeſtellet worden, befinden ſich bereits unter dem Artikel, **Gefrierung**, angezeiget.

Das reine reguliniſche Queckſilber hat weder Geruch noch Geſchmack, iſt im Feuer ſehr flüchtig, und fängt bey der Hitze von 600° Fahrenh. zu ſieden an, und verwandelt ſeinen tropfbar-flüſſigen Zuſtand in den dampfförmigen. Werden nämlich dieſe Dämpfe in verſchloſſenen Gefäßen aufgefangen, ſo zeigen ſie ſich, ſobald ſie kühler werden, als Queckſilber wieder. Wegen der Flüchtigkeit läßt ſich auch das Queckſilber leicht überdeſtilliren, und dadurch von den etwa darin befindlichen fremden Metallen befreyen. Geringere Grade der

Wärme haben auf das Queckſilber keinen andern Einfluß, als daß ſie ſelbiges, wie alle übrige Körper, ausdehnen; es hat aber vor dieſen entſchiedene Vorzüge wegen der ſehr großen Empfindlichkeit gegen Aenderungen der Wärme, daher es auch für die ſchicklichſte Materie zur Meſſung der gewöhnlichen Grade fühlbarer Wärme gehalten, und ſeit Fahrenheits Zeiten ganz allgemein dazu gebrauchet wird. M. ſ. **Thermometer.** Verſchiedene Verſuche haben jedoch die Ausdehnung des Queckſilbers durch die Wärme vom Eispunkte bis zum Siedpunkte verſchiedentlich angegeben. Sie iſt nämlich nach

de l'Isle	=	0,0140
Herbert	=	0,0156
Roy	=	0,0170
Roſenthal	=	0,0171
Luz	=	0,0174
Schuckburgh	=	0,0182
de Lüc	=	0,0185

und das Mittel aus mehreren gemachten Beobachtungen = 0,0177. M. ſ. **Barometer** (Th. I. S. 276.).

An der Luft iſt das ruhig ſtehende Queckſilber keinem Roſten unterworfen; wenn es aber gerieben oder geſchüttelt wird, ſo ſammelt ſich auf der Oberfläche bald ein grauer Staub an. Man hielt dieſen ſonſt für Unreinigkeiten; aber durch neuere Verſuche iſt es entſchieden, daß dieß vielmehr eine wirklich anfangende Verkalkung des Queckſilbers iſt. Wenn man nämlich laufendes Queckſilber in einem Glaſe mit eingeſchloſſener atmosphäriſcher Luft, oder noch beſſer Lebensluft anhaltend und lang ſchüttelt, ſo ſammelt ſich nach und nach dieſer Staub an, die Luft wird im Umfange vermindert, wie ſich zeigt, wenn man das Gefäß unter Waſſer öffnet, das nun hineindringt, welches die hierbey vorgehende Verkalkung außer allem Zweifel ſetzt. Dieß erhaltene ſchwarzgraue Pulver iſt **unvollkommener Queckſilberkalk** (Queckſilberhalbſäure) (calx hydrargyri imperfecta, aethiops mercurii per ſe, oxidum hydrargyri nigrum, oxide de mer-

mercure). Die Verkalkung des Queckſilbers geſchiehet noch kräftiger durch die gemeinſchaftliche Wirkung der Luft und des Feuers. Setzt man es nämlich in einem leicht bedeckten Gefäße von Glas der Hitze lange genug, mehrere Monathe aus, worin es als Dampf aufſteigt, ſo verwandelt es ſich in hochrothes, glänzendes, dem Anſehen nach erdigtes Pulver, welches den unſchicklichen Nahmen des **für ſich niedergeſchlagenen Queckſilbers** (mercurius praecipitatus per ſe) erhalten hat, und ein **vollkommener Queckſilberkalk** iſt. Nach Herrn **van Mons** *) kann man den vollkommenen Queckſilberkalk in kurzer Zeit auf folgende Art gewinnen: man nimmt gleiche Theile laufendes Queckſilber und rothen Queckſilberkalk, nebſt etwas wenigem Waſſer, reibt alles zuſammen in einem ſteinernen Mörſer, woraus bey fortgeſetztem Reiben ſchwarzer oder unvollkommener Queckſilberkalk wird, welchen man hierauf in einer offenen Schale, worin er viele Oberfläche hat, der Luft bey einem Grade der Wärme ausſetzt, der ans Glühen grenzt. Der Kalk ſättiget ſich in kurzer Zeit mit dem Sauerſtoffe aus der Atmoſphäre und wird zum vollkommenen Kalk.

Dieſer rothe Queckſilberkalk iſt ſchimmernd und von einer blätterigen Fügung, und hat einen eigenen ſcharfen metalliſchen Geſchmack. Er iſt ſpecifiſch leichter als Queckſilber, und ſchwimmt daher auf dieſem; aber ſein abſolutes Gewicht iſt nach **Lavoiſier** um 7⅞ Procent vermehret. Der Sauerſtoff iſt mit dieſem Queckſilberkalk ſo ſchwach gebunden, daß er durch die bloße Anziehung des Wärmeſtoffs davon getrennt werden kann. Daher läßt ſich in verſchloſſenen Gefäßen durch bloße Hitze das Queckſilber daraus wieder herſtellen, und man erhält alsdann Queckſilber und Sauerſtoffgas. **Prieſtley** bemerkte zuerſt die Lebensluft, welches nachher auch **Scheele**, **Lavoiſier**, **Fontana**, **Corvinus**, **van Marum**, **Hermbſtädt** und ſehr viele andere Chemiker beſtätiget haben. Man hat lange Zeit darüber geſtritten, ob der ausgeglühete noch heiße Queckſilberkalk durch Reduktion

*) Grens Journal der Phyſik. B. VIII. S. 13.

duktion für ſich Lebensluft gebe. Durch die Verſuche des Herrn **van Mons** iſt es aber völlig entſchieden, daß der rothe Queckſilberkalk allerdings bey ſeiner Reduktion Lebensluft liefere. M. ſ. **Chemie.**

Die Schwefelſäure wirkt auf das reguliniſche Queckſilber nur im concentrirten Zuſtande und mit Hülfe der Hitze. Gießet man nämlich in eine gläſerne Retorte, die im Sandbade liegt, auf 6 Theile Queckſilber 5 Theile Vitriolöl, und erhitzt das Gefäße ſtufenweiſe, ſo entſteht ein ziemliches Aufbrauſen; die Oberfläche des Queckſilbers wird weißlich, es ſondert ſich ein weißliches Pulver ab, und endlich wird die ganze Maſſe in eine feſte weiße Salzmaſſe verwandelt, welche ſehr herbe und metalliſch ſchmeckt, und an der Luft Feuchtigkeiten anzieht. Schüttet man ſie in ſehr viel heißes reines Waſſer, und rührt alles zuſammen, ſo läßt ſie ein ſchönes hellgelbes Pulver fallen, welches wohl ausgeſüßet werden muß, und den Nahmen des **mineraliſchen Turpeths** (turpethum minerale, mercurius praecipitatus flauus, oxide de mercure jaune par l'acide ſulfurique) führet. Dieſer mineraliſche Turpeth iſt ein wahrer und vollkommener Queckſilberkalk, welcher jedoch noch etwas Schwefelſäure enthält. Im Feuer langſam gebrannt, wird er roth und dem rothen Queckſilberkalke ähnlich. Das zum Abſpühlen des mineraliſchen Turpeths gebrauchte Waſſer enthält einen Theil des Queckſilberkalkes in der Schwefelſäure wirklich aufgelöſet, oder **ſchwefelſaures Queckſilber, Queckſilbervitriol** (hydrargyrum ſulphuricum, vitriolum mercurii, hydrargyrum vitriolatum, ſulphas hydrargyri, ſulfate de mercure), welches beym Abdampfen in kleinen weißen nadelförmigen Cryſtallen anſchießt, welche ſehr weiß und zerfließbar ſind. Ueberhaupt läßt ſich aber nach der verſchiedenen Behandlung des Queckſilbers mit Schwefelſäure daſſelbe in verſchiedenen Graden oxidiren, und es laſſen ſich beſonders dreyerley Arten vom ſchwefelſauren Queckſilber unterſcheiden: 1. die geſättigte Verbindung des unvollkommenen Queckſilberkalkes mit Schwefelſäure, oder das eigentliche

mittelſalzige ſchwefelſaure Queckſilber (hydrargyrum ſulphuricum, ſulphas mercurii, ſulfate de mercure), 2. die geſättigte Verbindung des vollkommenen Queckſilberkalkes mit Schwefelſäure, oder das ſaure ſchwefelſaure Queckſilber (hydrargyrum ſulphuricum acidum, ſulphas hydrargyri acidus, ſulfate acide de mercure), und 3. den Turpeth, oder vollkommenen Queckſilberkalk mit nur weniger Schwefelſäure. Die Auflöſungen des Queckſilbers in Schwefelſäure geben durch Alkalien und Erden Präcipitationen von verſchiedener Natur und verſchiedenen Farben, nachdem das Queckſilber darin vollkommen oder unvollkommen verkalkt enthalten iſt. Das ätzende Gewächsalkali und Mineralalkali, ſo wie das Kalkwaſſer, ſchlagen die Auflöſung des mittelſalzigen ſchwefelſauren Queckſilbers mit der Schwefelſäure ſchwarzgrau nieder; das ſaure ſchwefelſaure Queckſilber hingegen gelb, welche Farbe aber wegen der verſchiedenen Grade der Oxidirung vom zitronengelben bis zum orangegelben abwechſelt. Das ätzende Ammoniak macht mit dem ſchwefelſaurem Queckſilber beſtändig einen grauen Niederſchlag, welcher bloß heller und dunkeler iſt.

Die Salpeterſäure löſet das Queckſilber ſo leicht auf, daß dazu keine äußere Wärme und keine concentrirte Säure nothwendig iſt. Schon mit der Kälte und mit einer verdünnten Salpeterſäure erfolget die Auflöſung; in der Hitze aber und mit concentrirter Säure geſchieht die Auflöſung mit Aufwallen und einer Entwickelung von ſehr vielem Salpetergas. Uebrigens findet ſich bey beyden Auflöſungen wegen der verſchiedenen Verkalkung des Queckſilbers ein beträchtlicher Unterſchied. In der kalt bereiteten Auflöſung entſtehet nämlich, ſobald ſie auf einen gewiſſen Grad vor ſich gegangen iſt, ſchon während der Auflöſung eine Gerinnung der ſich bildenden Salzmaſſe. Die Auflöſung ſelbſt iſt, wenn die Salpeterſäure rein war, völlig klar, und nach einiger Zeit, ſo wie bey der Verdünnung mit etwas Waſſer allezeit farbenlos. Vom Geſchmack iſt ſie herbe und ätzend, auch wenn ſie mit Queckſilber geſättiget, in der Kälte oder in der Wärme

gemacht

gemacht iſt. Die in der Kälte erfolgte Auflöſung färbt die Haut ſchwarz, die in der Hitze bereitete aber dunkelpurpurfarben; Holz, Haare und Wolle hingegen auch ſchwarz. Man nennt die Verbindung des Queckſilbers mit der Salpeterſäure **ſalpeterſaures Queckſilber**, **Queckſilberſalpeter** (hydrargyrum nitricum, nitrum mercuriale, hydrargyrum nitratum, nitras hydrargyri, nitrate de mercure). Durchs Abdampfen läßt ſich das ſalpeterſaure Queckſilber cryſtalliſiren. Die Cryſtalle ſind aber nach Beſchaffenheit der Umſtände bey der Auflöſung des Queckſilbers und nach Art des Verdampfens verſchieden, wie **Fourcroy** *) bemerket hat; 1. die kalt bereitete Auflöſung gibt beym ganz unmerklichen Abdunſten durchſichtige ſehr regelmäßige Cryſtallen, welche vierſeitige Tafeln vorſtellen, deren Kanten ſchräg zugeſchärft, und deren Ecken abgeſtumpft ſind; mithin ſind ſie doppelt vierſeitige Pyramiden, welche ſehr nahe über ihrer Grundfläche und an den Enden abgeſtumpft ſind; 2. eben dieſe Auflöſung gibt nach dem Abdunſten in der Wärme durchs Abkühlen blätterige Cryſtalle, welche wie Dachziegel über einander liegen, deren Grundcryſtalliſationen aber auch die vorige Tafel zu ſeyn ſcheinet; 3. die in gelinder Wärme bereitete und geſättigte Auflöſung ſchießt ſchon beym Erkalten zu ſehr langen platt nadelförmigen, der Quere geſtreiften und ſehr ſpitzigen Cryſtallen an; 4. die durch Hitze und beſonders mit concentrirter Säure bewirkte Auflöſung gerinnt bey dem Erkalten, wenn ſie geſättiget iſt, zu einer weißen unförmlichen Maſſe. Uebrigens ſind die Cryſtalle vom Geſchmack herbe und ätzend, und laſſen ſich leicht im Waſſer auflöſen. Die Cryſtallen des in der Hitze bereiteten ſalpeterſauren Queckſilbers laſſen beym Auflöſen einen Theil des Kalkes als gelbes Pulver fallen, die andern als weißes Pulver. In der Hitze fließt das cryſtalliniſche ſalpeterſaure Queckſilber; ſtößt Salpetergas aus, wird dann wieder feſt, gelb und hernach pomeranzenfarbig, und wenn es nun bey ſtärkerm Feuer auf einer flachen Schale unter

*) Elements de chimie. Tom. III. p. 101 u. f.

dem Zugange der freyen Luft geglühet wird, ſo wird es nach dem Erkalten roth, glänzend und ſchuppig. In dieſem Zuſtande heißt es ſehr eigentlich **rothes Queckſilberpräparat** (mercurius praeparatus ruber). Dieſer zeiget keine Spur von Salpetergas mehr, und kömmt in allen mit dem für ſich im Feuer entſtandenen Queckſilberkalke überein. Auf glühenden Kohlen verpufft das cryſtalliniſche ſalpeterſaure Queckſilber, nur muß es recht trocken ſeyn, wenn die Verpuffung merklich werden ſoll.

Die Alkalien und Erden ſondern den Queckſilberkalk aus der Auflöſung in Salpeterſäure ab, und zwar in verſchiedener Beſchaffenheit und Farbe nach der Natur der Auflöſung und des Niederſchlagungsmittels. Feuerbeſtändiges ätzendes Gewächsalkali oder Mineralalkali oder Kalkwaſſer zu der in Kälte mit ſchwacher Salpeterſäure bereiteten Queckſilberauflöſung geſchüttet, geben einen ſchwarzgrauen Niederſchlag, welcher deſto dunkeler iſt, je unvollkommener das Queckſilber verkalkt iſt; in die in der Hitze und mit concentrirter Säure bewirkte ſalpeterſaure Queckſilberauflöſung gebracht einen gelben Kalk. Die ſalpeterſaure Queckſilberauflöſung mit Ammoniak verſetzt, zeigt ähnliche Erſcheinungen, wie die des ſchwefelſauren Queckſilbers; 1. tröpfelt man zu derſelben ätzenden Ammoniak, ſo entſteht ein grauer Niederſchlag, welcher deſto heller iſt, je ſtärker das Queckſilber verkalkt war; 2. bringt man aber mehr Ammoniak hinzu, als zur Sättigung der Salpeterſäure erfordert wird, ſo verſchwindet ein großer Theil des Niederſchlages wieder, und der übrig bleibende wird dunkler von Farbe, ſchwarzgrau oder ſchiefergrau; 3. wenn man hingegen die Auflöſung des ſalpeterſauren Queckſilbers zu vielem Ammoniak tröpfelt, ſo entſteht gar kein Niederſchlag, ſondern bloß ein dunkelſchwarzer.

Die Salzſäure hat in ihrem gewöhnlichen Zuſtande keine Wirkung auf das reguliniſche Queckſilber, wenn ſie auch concentrirt iſt, und durch Wärme unterſtützet wird. Hingegen dephlogiſtiſirte Salzſäure greift das Queckſilber ſo-

gleich an, und verwandelt es in ein weißes Salz. Gegen den Queckſilberkalk aber hat die Salzſäure eine größere Verwandtſchaft, als die Salpeterſäure. Tröpfelt man daher zu der Auflöſung des ſalpeterſauren Queckſilbers Salzſäure, ſo entſteht ein flockigter, weißer Niederſchlag, das ſalzſaure Queckſilber, welches **weißes Queckſilberpräcipitat** (mercurius praecipitatus albus, mercurius coſmeticus, lac mercuriale, calcinatum maius Poterii, oxide de mercure blanc) genannt wird. Der durch die Schwefelſäure oder Salpeterſäure aufgelöſete Queckſilberkalk mit der Salzſäure durch eine Dampfauflöſung verbunden, gibt den **ätzenden Queckſilberſublimat** (mercurius ſublimatus corroſiuus), welcher wegen ſeiner Aetzbarkeit das ſchrecklichſte unter allen Giften iſt. Die gewöhnlichſte Bereitungsart dieſes Sublimats iſt, daß man Queckſilber im Scheidewaſſer auflöſet, die geſättigte Auflöſung bis zur Trockniß gelinde abzieht, und gleiche Theile von dieſem trocknen ſalpeterſauren Queckſilber, decrepitirtem Kochſalze und, bis zur Weiße gebrannten Eiſenvitriol mit einander ganz trocken vermengt, und aus einer Retorte mit der Vorlage im Sandbade bey ſtufenweiſe bis zum Glühen verſtärktem Feuer ſublimiret; wobey ſich in der Vorlage die Salpeterſäure ſammelt. In dieſem Prozeſſe entbindet die Schwefelſäure dem Kochſalze die concentrirte Salzſäure, welche mit dem Queckſilber verbunden als ätzendes Sublimat auffſteigt, während daß die frey gewordene Salpeterſäure übergeht. Der Rückſtand iſt Glauberſalz und Eiſenkalk. Durch die Alkalien und alkaliſchen Erden wird der Queckſilberſublimat zerſetzet, und die erſtern benehmen ihm ſeine giftige Eigenſchaft ſogleich. Sie fällen daraus einen wahren Queckſilberkalk, und verbinden ſich ſelbſt mit der Salzſäure. Wenn der ätzende Queckſilberſublimat mit mehr Queckſilber von neuem ſublimirt wird, ſo verliert er ſeine ätzende und freſſende Eigenſchaft, und verwandelt ſich in das **verſüßte Queckſilber**, oder das **verſüßte Queckſilberſublimat** (mercurius dulcis, mercurius ſublimatus dulcis, ſublimatum dulce, aquila

 alba,

alba, aquila mitigata, draco mitigatus, manna metallorum, panchymagogum minerale). Es iſt dieſes von Farbe weiß, jedoch innerlich mehr oder weniger gelblich, glänzend und cryſtalliniſch, und beſteht gewöhnlich aus vierſeitigen ſäulenförmigen Cryſtallen mit vierſeitigen Endſpitzen, deren Seitenflächen auf den der Säule aufſitzen. Es hat keinen Geſchmack, und löſet ſich kaum in kochendem Waſſer auf.

Das laufende Queckſilber läßt ſich mit allen pulverichten, zerreiblichen und feſten, ſo wie mit zähen, fettigen und ſchleimigen Dingen durch anhaltendes Reiben ſo verändern, daß es ſeine laufende Geſtalt gänzlich verlieret. Durch dieſe Arbeit, welche das **Tödten des Queckſilbers** genannt wird, wird eine unvollkommene Verkalkung deſſelben, und keines Weges eine bloße mechaniſche Zertheilung bewirket.

Mit dem Schwefel läßt ſich das reguliniſche Queckſilber ſchon durch bloßes Reiben, noch beſſer aber durch Schmelzung des Schwefels vermiſchen. Dadurch erhält man ein ſchwarzes Pulver, den **mineraliſchen Mohr** oder **Queckſilbermohr** (aethiops mineralis). Noch genauer verbinden ſich Schwefel und Queckſilber mit einander, wenn man den mineraliſchen Mohr ſublimiret. Dieß Verfahren gibt einen ſtrahlichten Körper, welcher gerieben ſchön roth ausſiehet, und **künſtlicher Zinnober** (cinnabaris artificialis, hydrargyrum ſulphuratum, ſulphuretum mercurii, ſulfure de mercure) heißt; er kömmt mit dem natürlichen Zinnober, wenn dieſer rein iſt, völlig überein. Der Zinnober iſt cryſtalliniſcher Fügung, nadelförmig, ſchimmernd und braunroth von Farbe. Er hat weder Geruch noch Geſchmack, und löſet ſich nicht im Waſſer auf. Im Feuer iſt er flüchtig, und ſteigt in verſchloſſenen Gefäßen unzerſetzt in die Höhe. Der Schwefel iſt mit dem Queckſilber im Zinnober ſo genau verbunden, daß die bloße Wirkung des Feuers dieſe Verbindung nicht zu trennen vermag. Hingegen kann man den Zinnober ſowohl durch feuerbeſtändige

Alkalien,

Alkalien, als durch Kalkerde zerlegen, welche ſich mit dem Schwefel zur Schwefelleber verbinden. Auch durch verſchiedene Metalle, welche mit dem Schwefel eine nähere Verwandtſchaft, als mit dem Queckſilber haben, läßt ſich dieſes aus dem Zinnober durch eine Deſtillation abſcheiden. Dieſe Arbeit nennt man das **Lebendigmachen des Queckſilbers** (reuiuificatio mercurii). Das dadurch aus dem Zinnober wieder lebendig gemachte Queckſilber iſt vorzüglich rein, und daher in der Arzeney, den Künſten und zu phyſikaliſchen Verſuchen, wo es auf Genauigkeit ankommt, beſonders zu gebrauchen.

Mit den meiſten Metallen tritt das reguliniſche Queckſilber in eine chemiſche Vereinigung, auch ohne Beyhülfe des Feuers. Dieſe Verbindung des Queckſilbers mit Metallen nennt man ein **Amalgama** oder einen **Quickbrey** (m. ſ. **Amalgama**); die Operation aber ſelbſt das **Verquicken** oder **Amalgamiren**. Es geſchiehet dieſes entweder durch Reiben des Queckſilbers mit den Metallen, oder durch Schmelzen der Metalle und Hinzumiſchen des Queckſilbers. Dieſe letztere Art läßt ſich nicht gut bey ſolchen Metallen anwenden, welche zum Schmelzen eine größere Hitze verlangen, als zum Sieden des Queſilbers nöthig iſt, weil alsdann dieſes in Dämpfe verwandelt und als Rauch fortgehen würde. Das Amalgama des Queckſilbers mit dem Zinn dienet beſonders zur Belegung der Glasſpiegel, und das des Goldes und Silbers zu den Vergoldungen und Verſilberungen im Feuer.

In dem Hüttenweſen iſt beſonders die Amalgamationsmethode des Herrn **von Born** berühmt geworden.

Oft wird das Queckſilber mit Bley oder Zinn verfälſcht. Man reiniget es davon, wenn man es durchs Leder preßt. Durch Beymiſchung vom Wismuth aber wird das Bley oder Zinn ſo fein zertheilet, daß es ſelbſt mit durchs Leder gehet. In dieſem Falle hat man keine andere Reinigungsmethode, als die der Deſtillation, weil vermöge der Erfah-

rung alle Metalle eine größere Hitze zur Verflüchtigung erfordern, als das Queckſilber.

In der Natur findet man das Queckſilber zuweilen rein und gediegen, entweder fließend und lebendig, oder in Schiefern und anderm Geſtein eingeſprengt. Zuweilen iſt das gediegene Queckſilber mit Silber oder Kupfer oder Wismuth amalgamiret. Verlarvt findet ſich das Queckſilber im Zinnober. Am meiſten aber iſt das Queckſilber in der Natur durch Schwefel vererzt, wie im Queckſilberhornerz und mineraliſchen Mohr.

Das Queckſilber iſt eines von den vorzüglichſten Metallen, welche in Künſten und Wiſſenſchaften beſonders gebrauchet werden. Dem Phyſiker iſt es wegen Anſtellung verſchiedener Verſuche und zu verſchiedenen Abmeſſungen wichtig. Weil es die ſchwerſte flüſſige Materie iſt, ſo gibt es beſonders ein ſehr bequemes Mittel ab, die Größe des Drucks anderer Flüſſigkeiten und vorzüglich der Atmoſphäre unſerer Erde durch eine Säule von mäßiger Höhe zu beſtimmen. M. ſ. **Barometer.** Außerdem hat es vor anderen tropfbaren Flüſſigkeiten dadurch entſchiedene Vorzüge, daß es leicht von einer gleichförmigen Reinigkeit erhalten werden kann; daß es gegen Aenderungen der Wärme ſehr empfindlich iſt; daß es ſtarke Grade der Hitze verträgt, ehe es kocht; und eine beträchtlich große Verminderung der Wärme dazu gehöret, ehe es gefrieret; daher es auch ein vorzügliches Mittel zum Maße fühlbarer Wärme abgibt. Ueberdieß iſt es wegen der Unauflöslichkeit in einigen Säuren geſchickt, ſaure Gasarten zu ſperren, welche ſich mit dem Waſſer vermiſchen würden.

Die vorzüglichſten Kennzeichen eines reinen Queckſilbers ſind dieſe: 1. wenn es ſich auf ganz reinem Papiere vollkommen flüſſig zeigt und in völlig runde Kügelchen zertheilt, ohne anzuhängen oder Schmutz zurückzulaſſen. Iſt es mit andern Metallen vermiſcht, ſo fließt es nicht ſo willig; die Theile ſind nicht völlig rund, ſondern ziehen gleichſam einen Schweif nach ſich. 2. Wenn es kein trübes oder

farbiges Häutchen auf der Oberfläche zeigt. 3. Wenn es im Mörſer mit Waſſer gerieben letzteres nicht trübe macht. 4. Wenn es in einem eiſernen Löffel über Kohlen gehalten bis zum Kochen nicht brauſet und ausſpritzt. 5. Wenn es in Salpeterſäure oder Scheidewaſſer aufgelöſet keinen ſchmutzigen Bodenſatz macht.

Wenn das Queckſilber mit Staub oder anderm Schmutz verunreiniget iſt, ſo druckt man es durchs Leder, oder wäſcht es mit wohl recticificirtem Weingeiſt, und wenn ſich alkaliſche Materien darin befinden, mit Weineſſig ab. Iſt es mit fetten Materien verunreiniget, ſo wäſcht man es mit Seifenwaſſer oder einer ſcharfen Lauge. Durch Metalle verunreinigtes Queckſilber wird am beſten durch eine Deſtillation gereiniget. Zu dieſer Abſicht reibt man das Queckſilber mit Schwefel in einen mineraliſchen Mohr zuſammen, und deſtillirt ſelbigen mit einem Zuſatze von doppelt ſo vielem ungelöſchten Kalke. Auch hat **Prieſtley** eine Methode zur Reinigung des Queckſilbers angegeben, welche **Luz** empfohlen hat, und bereits unter dem Artikel, **Barometer** (Th. I. S. 268.) angegeben iſt.

In den Barometerröhren muß das reine Queckſilber noch gekocht werden. M. ſ. **Barometer**.

M. ſ. **Gren** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. III. Halle 1795. 8. §. 2407 u. f.

Queckſilberapparat, ſ. **pneumatiſch-chemiſcher Apparat**.

Queckſilberthermometer, ſ. **Thermometer**.

Queckſilberwage, ſ. **Waſſerwage**.

Quellen (fontes, ſources, fontaines) heißen die Ausgänge oder Ausbrüche der unter der Erdfläche befindlichen Waſſer, aus welchen ſelbige ausfließen, und im Fortgange durchs Zuſammenkommen Bäche und Flüſſe bilden. Weil ſich das Waſſer vermöge der Geſetze der Schwere jederzeit nach dem niedrigern Orte hinſenket, ſo müſſen auch diejenigen Oerter, wo Bäche und Flüſſe aus den Quellen entſpringen, höher liegen, als das Meer. Auch entſpringen

gen wirklich alle Quellen an und neben Bergen, wenigſtens doch an ſanft anſteigenden Anhöhen.

Es entſtehet nun hier die wichtige Frage, wie das Waſſer auf eine ſo beträchtliche Höhe über die Meeresfläche gebracht werden könne, ſo daß die meiſten und beträchtlichſten Quellen nie verſiegen? Dieſe Frage iſt ſehr verſchieden beantwortet worden. Schon **Ariſtoteles** [α]) führet hierüber verſchiedene Meinungen an, ſcheint aber doch dieſe für die wahrſcheinlichſte zu halten, daß von den Bergen und hohen Oertern das Regenwaſſer und andere wäſſerige Theile eingeſogen und in Behälter eingeſchloſſen werden. Eben dieß nimmt auch **Seneca** [β]) an, ſetzet aber noch hinzu, daß vielleicht auch die Erde in Waſſer verwandelt werde, weil es dadurch begreiflicher ſeyn, wie die Quellen mit hinreichendem Waſſer verſehen werden könnten. **Vitruvius** [γ]) ſuchet den Urſprung der Quellen in dem Regen- und Schneewaſſer, welches ſo lange in die Erde eindringe, bis es auf Stein-, Thon- und Erzſchichten komme, wo es ſich anſammle, und zuletzt genöthiget werde, ſich ſeitwärts Oeffnungen zu machen, um durch ſelbige abzufließen. Auf den Bergen könne ſich oft das Regenwaſſer ſammeln, und eine Zeit lang aufhalten, wodurch es tiefer in die Erde einzudringen vermögend ſey; auch finde dieß beym Schnee Statt, welcher ſich beſonders auf den Bäumen der Gebirge anhäufe, und nur langſam ſchmelze.

Vitruvs Meinung iſt von **Mariotte** [δ]) angenommen worden. Dieſer hat es beſonders durch eine Berechnung wahrſcheinlich zu machen geſuchet, daß das Regen- und Schneewaſſer hinreichend ſey, den beſtändigen Zufluß des Waſſers zu den Quellen zu erklären. Er zeiget aus Beobachtungen, daß in der Gegend zu Dijon der ganze herabfallende Regen auf jeder Fläche jährlich eine Höhe von 17 Zollen einnehmen würde, wofür er jedoch nur 15 Zoll ſetzen wolle. Es wür-

den

α) Meteori. L. I. cap. 13.
β) Quaeſtion. natural. L. 3. cap. 8.
γ) De architectura. L. VIII. cap. I.
δ) Traité de mouvement des eaux et des autres corps fluides; in den oeuvr. de *Mariotte*, à Leide 1717. 4. Tom. II. p. 376 ſqq.

den alſo auf eine franzöſiſche Quadratmeile (die Meile zu 2300 Toiſen gerechnet) jährlich $15 \cdot 72^2 \cdot 2300^2$ Cubikzoll, d. i. $15 \cdot 3 \cdot 2300^2 = 238050000$ Cubikfuß Waſſer fallen. Die Quellen der Seine ſetzt er nun 60 Meilen oberhalb Paris, und nimmt die Breite der Grenzen, in welchen die kleinen Bäche und Flüſſe, von denen die Seine Waſſer erhält, enthalten ſind, 50 Meilen an, daß mithin die ganze Fläche, von welcher die Seine bis Paris Waſſer empfängt, 3000 Quadratmeilen beträgt. Nach eben angeſtellter Rechnung fallen auf dieſe Fläche jährlich an Waſſer

$3000 \cdot 238050000 = 714150$ Millionen Cubikfuß.

Durch Ausmeſſung aber hatte er gefunden, daß die Seine jährlich unter dem Pont royal in Paris nur 105120 Millionen Cubikfuß Waſſer hindurchführe, welches noch nicht den ſechsten Theil des berechneten Regen- und Schneewaſſers ausmacht, ſo daß es folglich mehr als zureichend iſt, die Flüſſe mit Waſſer zu verſehen. Zugleich beruft ſich auch **Mariotte** auf Erfahrung, daß nämlich die Quellen eine größere oder geringere Menge Waſſer geben, nachdem es mehr oder weniger regne, ja viele ſelbſt bey anhaltender Dürre ganz wegbleiben, oder doch merklich vermindert werden. Nach ſeiner Meinung dringe das Regenwaſſer in kleinen hohlen Canälen und Ritzen in die Erde, dergleichen ſich auch beym Graben der Brunnen vorfinden; komme es nun auf Lager, welche es nicht weiter einzudringen verſtatteten, ſo werde es endlich genöthiget, irgendwo auszubrechen und abzufließen.

Dieſer Meinung iſt manches entgegengeſetzet worden. Es hatte ſchon **Seneca** bemerket, daß das Regenwaſſer kaum 10 Fuß tief in die Erde eindringe. Dieſes haben **Perrault** α) und **de la Hire** β) durch mehrere Verſuche zu beſtätigen geſuchet. Unter andern brachte letzterer eine Schüſſel 8 Fuß tief in die Erde, ſo daß ſie ein wenig ſchief lag, und aus ihrer niedrigſten Stelle eine 12 Fuß lange bleyerne Röhre in einen Keller ging. Aus dieſer Röhre kam in einer Zeit von

15

α) Oeuvres diverſes. Tom. II. p. 787 ſqq.
β) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1703. p. 68 ſqq.

15 Jahren kein Tropfen Waſſer. Eine andere Schüſſel mit 8 Zoll hohen Wänden, deren Oberfläche 64 Quadratzoll betrug, ward nur 8 Zoll tief an einem weder der Sonne noch den Winden ausgeſetztem Orte eingegraben. Auch dieſe gab vom 12. Jun. bis zum folgenden 29. Februar kein Waſſer, und alsdann nur ein wenig, nachdem es geregnet hatte, und darauf ein ſtarker Schnee gefallen war. Eben dieſe Schüſſel 16 Zoll tief eingegraben gab auch nach dem ſtärkſten Regen kein Waſſer, und Pflanzen, welche er über ſelbige geſetzet hatte, vertrockneten wegen Mangel an Feuchtigkeit. **De la Hire** macht hieraus den Schluß, daß das Regenwaſſer in einem mit Pflanzen beſetzten Erdreiche nicht über 2 Fuß tief eindringe, es wäre denn, daß der Boden kieſigt oder mit kleinen Steinen vermengt wäre; daher könnten auch nur ſehr wenige Quellen vom Regen- und Schneewaſſer entſtehen. Auch nach **Perraults** Unterſuchungen ſcheint das Regenwaſſer auf Hügeln und Flächen nicht über 2 Fuß Tiefe in das Erdreich einzudringen. Gegen dieſe Einwürfe ſuchte ſich **Mariotte** dadurch zu helfen, daß man das rohe Erdreich von dem angebaueten wohl unterſcheiden müſſe; in dieſem letztern würden nämlich die kleinen Canäle durch den Anbau zerſtöret. Seine Meinung gründet er auf die Canäle, welche man beym Brunnengraben antrifft, und auf die Wände der Keller der Pariſer Sternwarte, aus welchen nach einem ſtarken Regen Waſſer herabläuft.

Sedileau *) will mit der Berechnung des **Mariotte** nicht zufrieden ſeyn. Seiner Meinung nach hat **Mariotte** die Breite der Gegend von 50 Meilen, deren Waſſer zur Unterhaltung der Seine dienen ſoll, ganz willkürlich angenommen; durch ſolche Berechnungen könnte man Flüſſe finden, welche nicht den zwanzigſten Theil vom herabgefallenen Regenwaſſer dieſer Gegend abführten, dagegen ſie an andern Orten ſo dicht zuſammenlägen, daß alles Regen- und Schneewaſſer der Gegend viel zu gering wäre, ſie mit hinlänglichem Waſſer zu verſehen. Wenn man ein richtiges Reſultat haben

*) Memoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1693. p. 117 ſq.

ben wollte, ſo müßte man eine Inſel, wie z. B. England und Schottland, wählen, um das auf ihren Flächen herabfallende Regenwaſſer mit dem, was durch die Mündungen aller ihrer Flüſſe ins Meer ſich ergöſſe, zu vergleichen. **Sedileau** findet nach einem Ueberſchlage, welchen er auf einige Sätze des **Riccioli** [a]) gründet, den er aber ſelbſt nicht für ganz zuverläſſig hält, daß auf England und Schottland kaum halb ſo viel Regenwaſſer herabfalle, als zur Unterhaltung ihrer Flüſſe nöthig ſey.

Was übrigens **Mariotte's** Erfahrung betrifft, daß bey anhaltender Dürre die Quellen merklich vermindert werden, und wohl ganz zu laufen aufhören, ſo hat es in ſo weit ſeine Richtigkeit, daß viele Quellen eine größere Menge Waſſer geben, wenn es geregnet hat, als wenn es lange Zeit trocken geweſen iſt; ja ſelbſt in denjenigen Oertern, wo es entweder gar nicht, oder nur wenig regnet, ſind die Quellen und Flüſſe ſelten. Gleichwohl gibt es aber auch viele Quellen, welche zu allen Jahreszeiten gleich viel, und wohl gar in der Hitze mehr Waſſer geben, als bey naſſer Witterung. Ueberdem gibt es auf hohen Bergen beträchtliche Quellen und ſtehende Gewäſſer, welche ſchwerlich ihr Waſſer vom Regenwaſſer allein erhalten können. Daher hat man wohl Grund außer dem Regen- und Schneewaſſer noch andere Veranſtaltungen der Natur anzunehmen, durch welche die Quellen mit hinreichendem Waſſer verſehen werden.

Halley [β]) glaubt, daß der Regen und Schnee nicht hinreichend ſey, den Urſprung der Quellen davon abzuleiten, vielmehr vermuthet er, daß die Quellen von den aus dem Meere aufgeſtiegenen Dünſten herrühren, welche von den Winden gegen die Gebirge des feſten Landes geführet, und daſelbſt von der Kälte wieder verdichtet, mithin in Waſſer verwandelt werden. Er gründet ſeine Meinung auf eine Berechnung der Ausdünſtung des mittelländiſchen Meeres [γ]), nach welcher

α) Geograph. reform. I. X. cap. 7.

β) Of the circulation of the watry vapours of the ſea and the cauſe of ſprings; in den Philoſoph. tranſact. num. 192. p. 468.

γ) Philoſoph. tranſact. num. 159.

welcher ſelbige die ausdunſtende Fläche täglich um $\frac{1}{10}$ Zoll erniedrigen und über drey Mahl ſo viel betragen ſoll, als die in dieſes Meer laufenden großen Flüſſe demſelben Waſſer zuführen. Ob nun gleich hierbey die Waſſermenge dieſer Ströme viel zu gering angeſetzt iſt, ſo hält doch **Halley** dieſe Ausdünſtung für hinreichend, von der Entſtehung der Quellen Rechenſchaft zu geben, indem nämlich das Waſſer und ein Theil der Dünſte durch die Steinklüfte in die Höhlen der Berge eindringe, und alsdann, wenn es nicht mehr Platz habe, in einzelnen Quellen aus den Gebirgen abfließe.

Halley nahm auf der Inſel St. Helena wahr, daß auf dem Gipfel der Berge, 800 Yards über der Meeresfläche, des Nachts bey heller Witterung die Dünſte ſo ſehr ſich verdichteten, daß er die Gläſer ſeines Fernrohres von Zeit zu Zeit mit Tropfen bedeckt fand, und die Näſſe des Papieres ihn hinderte, ſeine Beobachtungen aufzuzeichnen. Auch führet **Lulofs** an, daß bey Koxhorn, einem Landgute bey Waſſenaer, Waſſer von den Dünen zu Künſten geleitet werde, worunter auch eine Waſſerblaſe ſey, welche ben langer Dürre zwar ſtille ſtehe, aber bey bevorſtehendem Regen ſchon aufzuſchwellen anfange, weil ſich die überflüſſige Feuchtigkeit der Luft an den Dünen niederſchlage. Dabey verſichert auch **Käſtner** ähnliche Erfahrungen, wie **Halley**, in der Pläne um Leipzig gemacht zu haben.

Gegen **Halley's** Meinung vom Urſprunge der Quellen hat man dieſen Einwurf gemacht, daß die höchſten Gebirge in Europa z. B. die Alpen, auf welchen die Donau, die Rhone, der Rhein und der Po entſpringen, während der ſechs Wintermonathe mit hohem Schnee bedeckt ſind, daß folglich die Quellen auf ſolche Art nicht entſtehen könnten, und die Flüſſe ganz verſiegen müßten; gleichwohl aber hätten die vier genannten Flüſſe den ganzen Winter hindurch keinen Mangel am Waſſer. Allein Herr **de Lüc** *) zeigt an der Stelle, wo er **Woodwarts** Hypotheſe von einem großen unterirdiſchen

*) Unterſuchungen über die Atmoſphäre. Th. 1. a. d. Franz. Leipz. 1776. 8. S. 155.

diſchen Waſſerbehälter widerlegt, daß dieſe vier Flüſſe im Winter weit weniger Waſſer als im Sommer enthalten, dahingegen die Seine, welche ihr Waſſer aus niedrigen Quellen und zum Theil vom Regen erhält, im Winter weit mehr als im Sommer anſchwillt. Auch verſiegen die meiſten Bäche der hohen Gebirge im Winter, die Quellen geben wenig Waſſer und hören zum Theil ganz zu fließen auf; nur die Gletſcher liefern eine geringe Menge Waſſer, welches durch die Wärme des Bodens nach und nach von dem untern Eiſe abſchmelzt. Sobald aber der Frühling zurückkehret, und der Schnee am Fuße der Gebirge ſchmelzt, ſo fangen die untern Bäche wieder zu fließen an; bey Annäherung des Sommers endlich ſieht man allenthalben Bäche und Waſſerfälle entſtehen, welche den ganzen Sommer hindurch durch die erſtaunliche Eismaſſe beſtändig in gleicher Stärke mit Waſſer unterhalten werden, und die Flüſſe reichlich damit verſehen. Auch die Rhone ſteigt vom März bis zum Auguſt, und fällt eben ſo wieder in den Wintermonathen. Alle dieſe Erfahrungen widerlegen zwar den eben angeführten Einwurf gegen Halley's Meinung; allein es ſcheint doch daraus nicht zu folgen, daß die Verdichtung der Dünſte an den Bergen die alleinige Urſache von der Entſtehung der Quellen ſey.

Ein anderer Einwurf gegen Halley's Meinung iſt dieſer, daß ſo viele Quellen entfernt von hohen Gebirgen am Fuße niedriger Hügel entſpringen, wo alſo die Verdichtung hinreichender Dünſte nicht Statt finden könne. So führet Derham *) das Beyſpiel der Quelle bey Upmünſter in Eſſex an, welche nicht mehr als 100 Fuß über der Meeresfläche liegt, und ihr reichliches Waſſer aus einem 15 bis 16 Fuß höhern Hügel ziehet. Außerdem erwähnt er noch, daß man in ganz Eſſex keine Stelle antreffe, welche höher als 400 Fuß über der Meeresfläche läge, und gleichwohl ſey eine Menge von Quellen und Bächen vorhanden.

Herr

*) Phyſicotheologie. B. II. Cap. 5.

Herr **Zube** *) leitet die Entſtehung der Quellen mit **Vitruv** und **Mariotte** aus dem herabfallenden Regen- und Schneewaſſer ab. Er ſagt, dieſes Waſſer fließe zum Theil nach tiefern Gegenden ab, zum Theil verdunſte es, zum Theil ziehe es in die Erde. Je lockerer der Boden iſt, um deſto ſchneller dringt es in ihn ein. Sandige Flächen, auch wenn ſie keinen merklichen Abhang haben, werden ſelbſt nach dem ſtärkſten Regen bald wieder trocken. Das Waſſer dringt aber durch ſein Gewicht ſo tief, als es nur kann, in die Erde, bis es auf eine ſteinige oder feſte Erdſchicht kommt, die es nicht weiter durchläßt. Von dieſem Eindringen des Waſſers in eine oft ſehr große Tiefe ſieht man die augenſcheinlichſten Beweiſe in den meiſten unterirdiſchen Höhlen, wie auch in den Erzgruben. Hier quillt es mehrentheils zwiſchen den Ritzen des Geſteines allenthalben in ſolcher Menge hervor, daß man die Gruben nur mit den größten Koſten davon befreyen kann. Wenn aber das unterirdiſche Waſſer bis auf eine feſte Schicht gekommen iſt, welche es nicht weiter durchläßt, ſo häuft es ſich in der unmittelbar darüber liegenden Erdſchicht oft ſehr ſtark an, und durchdringt dieſelbe nach allen Seiten, beſonders wenn ſie locker und ſandig iſt. Daher findet man faſt allenthalben ſehr naſſe Sandſchichten, welche der **Seegrund** genannt wird, bald in einer größern, bald in einer geringern Tiefe unter der Erde. Sie liegen mehrentheils viel höher, als die nahen Bäche und Flüſſe, zum Beweiſe, daß ſie ihr Waſſer nicht von dieſen erhalten. Zuweilen beſteht ſelbſt die Oberfläche der Erde aus einer ſolchen naſſen Sandſchicht, wenn nahe unter ihr eine dem Waſſer undurchdringliche feſte Erdſchicht liegt. Der Seegrund iſt deſto näſſer, je mehr es regnet. Wenn er ſich nahe unter Aeckern befindet, ſo macht er dieſe naß, unfruchtbar, und oft zum Anbau des Wintergetraides ganz ungeſchickt. Wenn man in ihm ein Loch gräbt, ſo füllt ſich dieſes mehrentheils bald mit Waſſer an, und daher haben

*) Vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. B. 1. Brief 16.

haben die meiſten Brunnen ihr Waſſer aus dem Seegrunde. Die unterirdiſchen naſſen Schichten kommen oft irgendwo an der Oberfläche der Erde zum Vorſcheine. Beſonders geſchieher dieß in den Betten der Flüſſe und in den Schluchten, wie auch an den Bergen. In ſolchen Gegenden dringt oft an den tiefſten Stellen der naſſen Schichten das Waſſer mit Gewalt heraus, und bildet Quellen. Die Quellen ſind alſo als die Mündungen unterirdiſcher Seen anzuſehen, und geben daher, auch wenn es eine Zeit lang nicht regnet, immerfort Waſſer, weil jene Seen nach dem Regen oder Schnee ſich auf ein Mahl füllen, und nachher ihr Waſſer durch die Quellen nur langſam und allmählig verlieren. Indeſſen pflegen doch die meiſten Quellen bey großer Dürre ſehr merklich abzunehmen, ja zuletzt wohl gar zu vertrocknen, und nie ergiebiger zu ſeyn, als in den näſſeſten Jahreszeiten. Selbſt dieſer Umſtand beweiſet, daß ſie bloß von dem Waſſer der Atmoſphäre der Erde unterhalten werden.

Die Quellen werden gewöhnlich unter den Bergen und Anhöhen, in den Betten der Flüſſe, und ſelbſt im Meere angetroffen. Das Regenwaſſer muß nämlich allezeit zuerſt bis auf eine gewiſſe Tiefe in die Erde eindringen, und ſich daſelbſt anhäuſen, ehe es unter der Geſtalt einer Quelle zum Vorſchein kommen kann. Zwar gibt es zuweilen auch oben auf den Bergen Quellen, wie z. B. den Hexenbrunnen auf dem Brocken in den Harzgebirgen; allein auch dieſe liegen allezeit beträchtlich niedriger, als die höchſten Spitzen der Berge. Hohe Spitzen aber können, wenn ſie auch von keinem großen Umfange ſind, dennoch die Quellen hinlänglich mit Waſſer verſehen, da ſie ſo oft von den Wolken bedeckt und getränkt werden.

Dieſe letzten Worte des Herrn Hube geben zu erkennen, daß er noch außer dem Regen- und Schneewaſſer eine andere Urſache der Quellen annehme, dieſe nämlich, daß ſich, wie Halley behauptet, die im Luftkreiſe aufgeſtiegenen Dünſte an den Bergen zu Waſſer verdichten, und von ſelbigen eingeſogen werden. Hierüber erkläret er ſich an einem andern

Orte noch näher *). Er nimmt nämlich an, daß die Wolken, wenn ſie ihre Elektricität verlieren, ihre Feuchtigkeit fahren laſſen müſſen. Hiervon, ſagt er, überzeugt uns am deutlichſten die Erfahrung in gebirgigten Gegenden, wo die Gipfel der Berge von den Wolken, welche ſie umhüllen, beſtändig ſehr reichlich mit Waſſer getränket werden, und die Wolken nach und nach gleichſam zerſchmelzen. Dieß Waſſer iſt aber eine von den vornehmſten Urſachen der vielen Quellen und Bäche, die man an den hohen Bergen findet, und von der Fruchtbarkeit, welche dieſe Quellen in den umliegenden Gegenden verbreiten. Durch die Berge kommt überhaupt das Waſſer, welches die Flüſſe beſtändig von dem Lande dem Meere zuführen, von dem Meere wieder auf das Land zurück. Denn Wolken, die über dem Meere entſtehen, werden oft von den Winden ſehr weit weggeführet, ohne ſich in Regen zu ergießen. Sobald ſie aber über das Land kommen, und ſich den Spitzen hoher Berge nähern, werden ſie von dieſen als elektriſirten Körpern angezogen, hängen ſich an ſie, und zerfließen hier entweder auf ein Mahl, oder ganz unmerklich nach und nach, indem ſie durch die Berührung mit den Bergen ihre Elektricität verlieren.

Auch **de la Metherie** *) nimmt die von **Mariotte** und **Halley** behaupteten Urſachen zur Entſtehung der Quellen an. Er ſagt, die Berge und das an dieſelben angrenzende Land und die Hügel verdichten die Dünſte, die Gipfel der Berge halten die Nebel auf; die Wolken ſetzen Feuchtigkeiten an die Berge ab, und das Regenwaſſer dringt in dieſelben ein u. ſ. w. Alle dieſe Urſachen verſchaffen den Bergen das Waſſer, welches zur Bildung der Quellen nöthig iſt. Nach des Herrn **de la Metherie** Meinung kommt es ganz auf die Verwandtſchaft der Erden an, welche dieſe gegen das Waſſer haben. Die Kalkerden haben, fährt er fort, nur wenig Verwandtſchaft gegen dasſelbe, und halten es nicht

*) Vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. B. II. Brief 29.

*) Theorie der Erde; a. d. Franz. Th. II. Leipz. 1797. 8. S. 260 u. f.

nicht zurück; die Kieſelerde oder vielmehr der Quarzſand ſteht mit dem Waſſer in gar keiner Verwandtſchaft, und kann alſo auch nicht verhindern, daß es ſeinen Lauf weiter fortſetze; aber mit der Thonerde hat es eine andere Bewandtniß; das Waſſer dringt in ſelbige ein, ſchwellt ſie auf, und äußert eine ſtarke Verwandtſchaft gegen dieſelbe; es kann daher durch Thonlager nicht hindurchfließen, und die Thone verhalten ſich immer auf dieſelbe Art gegen das Waſſer, wenn ſie auch nicht ganz rein ſondern mit Sand, mit Kalk- oder Dammerde oder mit Eiſenkalke u. ſ. f. vermiſcht ſind; denn wenn ſie ſich nur in einer hinlänglichen Menge vorfinden, ſo werden ſie immer dem Waſſer ein Hinderniß in den Weg legen. Wenn nun ein Stück Land durch Regen, durch Wolken, durch Nebel angefeuchtet oder benetzt worden iſt, ſo wird ein Theil des Waſſers auf der Oberfläche desſelben zuſammenfließen; wenn es nicht in den Boden eindringen kann, ſo wird es ſich nach den abſchüſſigen Seiten hinbegeben und ſich unmittelbar in die Bäche, Flüſſe, Ströme, Seen und Meere ergießen. Ein anderer Theil dieſes Waſſers wird die Erden durchdringen, und von denſelben eingeſogen werden. Von dieſem Theile wird eine gewiſſe Menge ſogleich wieder verdunſten, und zur Entſtehung neuer Wolken Gelegenheit geben; eine andere Menge wird in die Pflanzen übergehen, das Wachsthum derſelben befördern u. ſ. w. Der dritte Theil endlich wird in dieſer Erde zurückbleiben, und ſich, nachdem die Erde dieſe oder jene Beſchaffenheit hat, und mehr oder weniger nahe gegen das Waſſer verwandt iſt, mit derſelben verbinden oder auch durch ſie hindurchgehen. Denn wenn die Erde ein wirklicher Quarzſand iſt, ſo wird das Waſſer ſchnell durchfließen; wenn ſie von kalkartiger Natur iſt, ſo wird es etwas in ſelbiger verweilen; wenn ſie aber aus Thon oder Mergel beſtehet, ſo wird es ſich lange darin aufhalten. Dieſes Waſſer wird alſo die Erde eher oder ſpäter wieder verlaſſen, und ſich, je nachdem der Boden mehr oder weniger geneigt iſt, in die niedrigern Gegenden begeben. Wenn aber das Waſſer endlich ein undurchdring-

 liches

liches Hinderniß findet, ſo wird es ſtehen bleiben, und dieſes Hinderniß wird es nöthigen, ſich anzuhäuſen, wenn ſich eine Vertiefung, eine Art von Keſſel hier befindet, und ſo einen unterirdiſchen See bildet; das Waſſer wird ſich dann an dieſem Orte immer mehr anſammeln und höher ſteigen, bis es endlich einen Ausgang findet, durch welchen es entweichen und dann an dem Abhange des Berges herabfließen wird. Wenn aber das Erdreich, durch welches das Waſſer aufgehalten wird, keinen Keſſel, ſondern vielmehr eine ſchiefe Ebene ausmacht, ſo wird das Waſſer dieſer Fläche nachgehen, und endlich an den Orten, wo ſich dieſelbe endiget, Quellen bilden. Harte Steinmaſſen, welche keine Spalten haben, werden eben ſo wie die Thonſchichten wirken; die Steine, aus welchen die urſprünglichen oder Granitgebirge beſtehen, ſind hart, haben faſt gar keine Riſſe und verſtatten dem Waſſer keinen Durchgang; ſo bald als die durch die obern Erdſchichten durchgeſickerten Waſſer zu dieſen Steinen gelangt ſind, werden ſie alſo hier ein unüberwindliches Hinderniß antreffen, und folglich an den ſchiefen Ebenen, die überall nach der Oberfläche hingehen, zuſammenfließen; hier werden nun Quellen aus denſelben entſtehen. Dieß iſt der Grund, warum es von den urſprünglichen Gebirgen ſo zahlreiche Quellen gibt, die aber insgeſammt nur klein ſind. In den Gebirgen von zweyter Entſtehung verhält ſich die Sache anders. Die Steinbänke, aus welchen dieſe Gebirge zuſammengeſetzet ſind, haben auf allen Seiten Spalten; das Waſſer, welches ſich in dieſe Spalten ergoſſen hat, kann alſo durch die Steine nicht aufgehalten werden, und es wird daher mehr oder weniger tief zwiſchen dieſe Bänke eindringen; überdem ſind die Abhänge an dieſen Bergen weniger ſteil, und das Waſſer wird daher langſamer fließen u. ſ. w.; alle dieſe Umſtände werden machen, daß hier die Quellen ſeltener ſind; und da auch an dieſen Orten die Erdlagen meiſtentheils aus Thon und Mergel beſtehen, ſo werden ſie die Waſſer eine längere Zeit zurückhalten. Eben dieſe Thon- oder Mergelarten werden, wenn ſie unmittelbar an einander zuſam-

zuſammenhängen, dem Waſſer ein unüberwindliches Hinderniß in den Weg legen; es wird ſich in denſelben, wie in einem Behälter, anſammeln, und wird nur dann, wenn es Spalten oder Riſſe in dieſen Lagen gefunden hat, entweichen. Wenn dergleichen Thonſchichten nach der Oberfläche der Erde hin abhängig ſind, ſo werden die Waſſer, die über dieſen Schichten fließen, am unterſten Theile derſelben eine Quelle bilden; wenn aber eben dieſe Schichten keinen Ausgang an der Oberfläche der Erde, ſondern vielmehr unter dieſer Oberfläche haben, ſo werden die Waſſer, da ſie immer dem Abhange nachgehen, unterirdiſche Flüſſe ausmachen, die endlich in großer Maſſe an den unterſten Theilen anſehnlicher Berge auf die Oberfläche der Erde hervortreten werden; die Bewandtniß hat es mit den Waſſern, welche die Quellen der Loire, des Brunnens von Vaucluſe u. ſ. f. ausmachen; dieſe Quellen ſind ſehr anſehnlich.

Es iſt gar nicht unmöglich, daß einige von dieſen unterirdiſchen Strömen in den Schoß des Meeres übergehen, und die Quellen ſüßen Waſſers, die man hier antrifft, bilden.

Mehrere Steinbänke der Gebirge von zweyter Art haben gar keine Riſſe, und es wird alſo auch kein Waſſer in dieſelben eindringen oder ſich zwiſchen denſelben verlieren können; aber dieſe Lagen, über welchen folglich das Waſſer hinfließen wird, können mannichmahl eine Vertiefung haben, und ſo eine Art von Gefäß bilden, deſſen Seitentheile dem Waſſer gleichfalls den Durchgang verſagen werden; das Waſſer, das hier zuſammenfließet, wird alſo wie in einem Canale ſtehen bleiben und immer höher treten, bis es endlich einen Ausgang findet. Auf dieſe Art bilden ſich alſo die unterirdiſchen Gewäſſer, die man an manchen Orten antrifft. Mannichmahl bilden ſich gleichſam zwey Canäle, von welchen der eine in dem andern ſteckt; einige Beobachter verſichern, dieſe Erſcheinung an mehreren Orten bemerkt zu haben. Shaw *) erzählet, daß man ſich in den ungeheuren großen Ebenen, die es in dem Staate von Algier, fern

*) Reiſe in die Barbarey; franz. Ueberſ. Th. I. S. 169.

von Bergen, gibt, Waſſer auf eine ſehr weitläuftige Art verſchafft.

Wenn man den Quellen nachgeht, ſo entdeckt man nur ſelten große innerliche Behälter, in welche ſich Waſſer ſammelt; man iſt in den Bergen und in den Bergwerken, z. B. zu Bex in der Schweiz, mehreren Quellen ſehr weit nachgegangen, und man hat doch keine dergleichen Behälter finden können. Die meiſten Quellen werden alſo durch feuchte und naſſe Erde unterhalten, die ihre Feuchtigkeit dem Thau, den Nebeln oder dem Regen verdanken; denn dieſe Erde hält, je nachdem ſie eine mehr oder weniger nahe Verwandtſchaft gegen das Waſſer hat, daſſelbe ſtärker oder minder ſtark zurück; endlich aber verläßt das Waſſer die Erde und fließt dahin, wo der Boden abhängig iſt, und wenn es undurchdringliche Hinderniſſe antrifft, die ſich bis an die Oberfläche der Erde ausbreiten, ſo tritt es hier zu Tage aus und bildet Quellen.

Auch kann man nicht zweifeln, daß die Quellen einen Theil ihres Waſſers von den Wolken erhalten, die ſich über der Erde und dem Meere bilden, und die in ihrem Gange von den hohen Bergen aufgehalten werden, und ihr Waſſer in flüſſiger oder feſter Geſtalt von ſich geben.

Außer dieſen angeführten Hypotheſen von dem Urſprunge der Quellen, unter welchen diejenigen, welche **Mariotte** und **Halley** vorgetragen haben, den Vorzug verdienen, ſind noch mehrere minder wahrſcheinliche aufgeſtellet worden, von welchen nur noch einige anzuführen ſind.

Carteſius *) nimmt an, daß unter der Erde eine Menge Höhlen ſich befinden, welche durch unterirdiſche Canäle mit der See in Gemeinſchaft ſtehen, und mit Meerwaſſer angefüllet werden; durch die innere Wärme wird nun dieſes Waſſer in Dämpfe verwandelt, welche durch die Oeffnungen der Gewölbe, womit die Höhlen bedecket ſind, ſehr hoch ſteigen, bis ſie durch die Kälte wieder verdichtet und in Waſſer umgebildet werden. Dieß Waſſer kann nun durch

*) Princip. philoſoph. P. IV. §. 64 ſq.

durch die kleinen Oeffnungen nicht wieder zurückkehren, ſammelt ſich folglich in Adern an, deren mehrere ſich vereinigen, und als Quellen ausbrechen, einzeln aber beym Brunnengraben in der Tiefe angetroffen werden. Dieſe Hypotheſe hat **Rohault** [α]) umſtändlich vorgetragen, und iſt von **Kühn** [β]) wieder erneuert worden. Auch ſelbſt **de la Metherie** hält es nicht für unwahrſcheinlich, daß unter gewiſſen Umſtänden, als z. B. durch das Feuer der Vulkane, ein Theil des innern Waſſers verflüchtiget, und durch Verdichtung des Waſſerdampfes an der innern Oberfläche der Berge zur Bildung einiger Quellen verwendet werden könne. Nach **Kircher** [γ]) haben die unterirdiſchen Höhlen Decken, welche den Helmen der Deſtillirkolben ähnlich ſind, an denen ſich die aufgeſtiegenen Dämpfe zu Tropfen verdichten, und an den Seiten bis in die daſelbſt befindlichen Behältniſſe und Canäle ablaufen. Auf ſolche Art ſoll das Seewaſſer durch eine wirkliche Deſtillation von ſeinem Salze befreyet, und die Urſache der Quellen werden.

Perrault [δ]) hält dafür, daß die Quellen aus verſchiedenen Urſachen zugleich entſtehen. Nach ihm rühren die Flüſſe unmittelbar aus dem Regen- und Schneewaſſer, welches von den Anhöhen zuſammenfließet, und ſich in große Maſſen vereiniget, die Quellen und Brunnen des platten Landes hingegen von dem ausgetretenen Flußwaſſer, welches in die Erde einſickere, in ihren Höhlen bleibe und nach und nach wieder zu den Flüſſen zurückkehre. Was aber die Quellen auf den Bergen und über den Oberflächen der Flüſſe betrifft, ſo behauptet er, daß das innere Waſſer der Höhlen in Dampfform in die Höhe ſteige, und daſelbſt durch Kälte wieder verdichtet werde. Dieſe ſeine Behauptung gründet er auf folgende Beobachtungen: es wurden auf dem Berge Odmilorſt in Slavonien Steine gebrochen; ſobald

 man

α) Phyſ. P. III. c. 10.
β) Gedanken vom Urſprunge der Quellen und des Grundwaſſers. Berlin 1746. 8.
γ) Mund. ſubterran. Tom. I. L. V. cap. I.
δ) Oeuvres diverſes. Tom. II. p. 737 ſq.

man in eine Tiefe von 10 Fuß gekommen war, brach durch die Spalten ein ſtarker Dampf mit unglaublicher Geſchwindigkeit hervor, welcher 13 Tage anhielt; nach drey Wochen endlich waren alle Quellen vertrocknet. Ferner, eine Meile von Paris hatten die Carthäuſer eine Mühle, welche Mangel am Waſſer hatte, als man in der Gegend eine neue Steingrube angeleget hatte, aus deren Ritzen ein ſtarker Dampf hervordrang. Dieſe Steingrube wurde von den Carthäuſern gekauft, welche die Spalten verſtopften, wodurch ſie die gewöhnliche Waſſermenge wieder erhielten. Wenn dieſe Beobachtungen mit gehöriger Genauigkeit ſind angeſtellet worden, ſo beſtätigen ſie die Meinung des **de la Metherie**, daß einige Quellen von den in die Höhe geſtiegenen Dämpfen der innern Waſſer entſtehen können. Daraus folgt aber noch nicht, daß alle Quellen auf dieſe Art entſpringen.

Varenius [α]) und **Derham** [β]) nehmen an, das innere Waſſer ſteige durchs Anhängen bis auf die Spitzen der Berge, wie in Haarröhren, Schwämmen oder in einem Haufen feinen Sandes, welcher in einer Schüſſel voll Waſſer ſtehet. **Kircher**, welchem dieſe Meinung ſchon bekannt war, ſucht ſie noch mehr durch folgenden Verſuch wahrſcheinlich zu machen: ein Säulchen von Gyps, welches aufrecht ins Waſſer geſtellt, und oben wie eine Schüſſel ausgehölet wird, ſoll das Waſſer in die Höhe ziehen, und oben in der Höhlung ſammeln. Allein dieſer Verſuch iſt nur von **Kirchern** erſonnen, es ſteigt zwar das Waſſer auf, aber in der gemachten Höhlung ſammelt ſich nichts, wie **Lulofs** durch mehrere Proben gefunden hat. **Perrault** füllte eine bleyerne Röhre mit trockenem durchgeſiebten Flußſande, ſtellte ſie aufrecht vier Linien tief ins Waſſer, und fand nach 24 Stunden den Sand 18 Zoll hoch angefeuchtet. Um nun zu erfahren, ob auch dieſes Waſſer ſeitwärts ablaufen, und auf ſolche Art eine Quelle bilden könne,

α) Geograph. genera. cap. 16. propoſ. 5.
β) Phyſicotheologie. B. II. Cap. 5.

könne, verband er die bleyerne Röhre mit einer ſchiefen Seitenrinne, welche ebenfalls trockenen Sand enthielt, und legte darunter Löſchpapier. Dieſes wurde aber kaum feucht, und es zeigte ſich gar kein Abtröpfeln des Waſſers. Wenn er die bleyerne Röhre mit grobem Sande und kleinen Kieſeln füllte, ſo zog ſich die Flüſſigkeit nur 10 Zoll hoch. Unter dem Artikel, **Haarröhren**, iſt gezeiget worden, daß zwar das Waſſer in ſelbigen aufſteiget, alsdann aber ſtille ſtehet, indem die Kraft der Adhäſion mit dem Gewicht der höhern Waſſerſäule das Gleichgewicht hält; es kann daher unmöglich ſeitwärts ablaufen. Auf der Spitze des Tafelbergs am Cap de bonne Eſperance entſpringen viele Quellen 1857 Fuß, oder 22284 Zoll über der Meeresfläche. In einem Haarröhrchen vom Durchmeſſer 0,06 Zoll ſteigt nun das Waſſer 0,61 Zoll hoch, und in andern Haarröhren verhalten ſich die Höhen des Aufſteigens umgekehrt, wie die Durchmeſſer der Weiten; wenn alſo das Aufſteigen des Waſſers bis zur Spitze des Tafelberges erfolgen ſollte, ſo müßten Haarröhren von $\frac{366}{2228400000}$ oder $\frac{1}{6088533}$ Zoll angenommen werden, welches mit der Natur der Sache ganz zu ſtreiten ſcheinet.

Indeſſen iſt es doch möglich, daß an niedrigen Orten nicht weit vom Meere entfernt aus Durchſeihung des Meerwaſſers Quellen entſtehen können. Als Cäſar Alexandrien belagerte, ließ er am Ufer Brunnen graben, und fand trinkbares Waſſer [α]). Auch ſind Quellen bekannt, welche mit der Ebbe und Fluth abnehmen und wachſen, dergleichen ſchon **Plinius** [β]) in der Gegend von Cadix und an mehreren Orten in Spanien, **Varenius** [γ]) in Wallis und Island, und **Dodart** [δ]) bey Calais erwähnen. Auch erzählet **Norwood** [ε]), daß es auf den bermudiſchen Inſeln Brunnen gebe, welche mit dem Meere ſteigen und fallen, ihr Waſſer mag ſalzig oder friſch ſeyn, je nachdem die durchſeihende

α) *Hirtius* de bello Alexandr. cap. 8. 9.
β) Hiſtor. natural. Lib. II. cap. 97.
γ) Geogra. general. cap. XVII. propoſ. 17.
δ) *Du Hamel* hiſt. acad. reg. ſcient. Sect. II. cap. 3. §. 2.
ε) Philoſoph. transact. no. 30. p. 656.

ſeihende Materie dicht ſey; in der Tiefe aber finde man Salzwaſſer. Der P. **Labat** α) führet an, daß man in allen ſandigen Bayen ſüßes Waſſer finde, von welchen auch **Lulofs** Beyſpiele aus der Gegend von Bergopzoom und ſonſt aus den Niederlanden erwähnet. Dieſes Waſſer hält aber P. **Labat** für Regenwaſſer, welches in den ſandigen Boden eindringe, und wegen des geringern ſpecifiſchen Gewichtes über dem ſalzigen Seewaſſer ſtehen bleibe, weil man bey tieferm Graben bis zur Meersfläche das ſalzige Waſſer wieder finde. Dieſe Meinung des P. **Labat** ſcheint auch Grund zu haben, weil ſich das ſalzige Meerwaſſer durch bloßes Filtriren nicht trinkbar machen läßt. M. ſ. **Meer.** Inzwiſchen mag es hiermit eine Bewandniß haben, welche es will, ſo läßt ſich auf alle Fälle die Meinung des Aufſteigens des Waſſers wie in Haarröhren gar nicht annehmen. Geſetzt nämlich, es wäre (groß angenommen) die Tiefe des Meeres 100000 Fuß, und das ſpecifiſche Gewicht des Meer- und des ſüßen Waſſers verhielte ſich wie 103 : 100, ſo würde doch das ſüße Waſſer nie eine Höhe von 103000 Fuß erreichen, um mit dem ſalzigen Meerwaſſer von 100000 Fuß Höhe das Gleichgewicht zu halten; mithin könnte es über die Meeresfläche nie über 3000 Fuß ſteigen; gleichwohl findet man aber Quellen, welche über der Meeresfläche mehr als 12000 Fuß hoch liegen.

Woodward β) hält die Erde für eine hohle mit einer großen Menge von Waſſer angefüllten Kugel. Ihre ganze Maſſe erhält ſich immer auf einem beſtändigen Wärmegrade, welcher groß genug iſt, um eine beſtändige Ausdünſtung des innern Waſſers zu unterhalten. Dieſe Dünſte dringen durch die Erdſchichten, und verdichten ſich zum Theil wieder. Wenn dieſes erſt in der Höhe geſchiehet, ſo läuft das daher entſtandene Waſſer von oben herab in die Bäche; erfolget es aber in Schichten, welche dem platten Lande gleich liegen, ſo entſtehen daraus ſtillſtehende Waſſer oder Quellen.

α) Voyage aux Isle franç. de l'Amerique Tom. V. ch. 13. p. 307.
β) Hiſtoria natur. telluris Lond. 1695. 8.

Quellen. Die innere Wärme und die Menge der aufſteigenden Dämpfe iſt ſtets einerley, die Verdichtung hingegen, welche von dem Einfluſſe der äußern Wärme abhängt, iſt wegen der verſchiedenen Grade auch verſchieden. Herr de Lüc *) hat umſtändlich gezeigt, daß dieſe Theorie der Erfahrung ganz entgegen iſt. Wäre die Verdichtung der aufgeſtiegenen Dämpfe, welche von dem äußern Wärmegrade abhängt, die Urſache der Quellen, ſo müßten die Flüſſe im platten Lande den Sommer hindurch das meiſte Waſſer haben, weil ſich alsdann mehrere Dämpfe in den Luftkreis erheben, und durch den Regen herabfallen würden; diejenigen hingegen, welche von hohen Bergen kommen, müßten ſogleich von ihren Quellen an im Winter ſehr zunehmen, weil ſodann die Verdichtung auf den hohen mit Schnee bedeckten Bergen ſehr ſchnell und ſtark erfolgen würde. Die Erfahrung lehret aber gerade das Gegentheil.

Das Quellwaſſer iſt in Anſehung der Reinigkeit und des Gehalts gar ſehr verſchieden. Ohne Zweifel rührt dieſe Verſchiedenheit von den mancherley Erdſchichten her, durch welche es dringt, und von welchen es Beſtandtheile auflöſet und mit ſich fortführet. Diejenigen Quellen, welche noch das reinſte Waſſer geben, ſind diejenigen, welche auf anſehnlichen Höhen entſpringen, und nur durch wenige Erdſchichten hindurchgedrungen ſind. Je reiner das Waſſer iſt, deſto weniger läßt es Bodenſatz in Gefäßen, und Rückſtand beym Deſtilliren, und kömmt am ſpecifiſchen Gewichte dem Regenwaſſer am nächſten. Das gewöhnliche Quell- oder Brunnenwaſſer führet Gyps, rohe Kalkerde durch Luftſäure aufgelöſet, und einige ſalzige Theile bey ſich. Manches Quellwaſſer, welches viele Kalkerde enthält, incruſtirt hineingelegte Sachen, und erzeuget beym Herabtröpfeln die Stalactiten. M. ſ. Höhlen.

Bey vielen Quellen iſt die Menge des abfließenden Waſſers zu allen Zeiten beynahe immer gleich, bey andern hingegen abwechſelnd. Dieß hat die Eintheilung der Quellen in

*) Unterſuchung über die Atmoſphäre. Th. I. §. 154 f.

in gleichförmige (perennes) und **periodiſche**, die leztern wieder in **intermittirende**, oder ſolche, welche auf eine gewiſſe Zeit zu laufen aufhören, und **abwechſelnde** (reciproci) oder ſolche, welche am Abfluß des Waſſers bald zunehmen, bald abnehmen, veranlaſſet. Die intermittirenden Quellen werden bey anhaltendem Regen oder geſchmolzenem Schnee eine Zeit lang gleichförmig, oder unordentlich. Eine zahlreiche Menge von ſolchen Quellen, welche nur zu gewiſſen Jahreszeiten fließen, gibt es an vielen Orten. Viele fließen aber des Tages nur zu gewiſſen Stunden nicht. So führt **Plinius** *) eine Quelle beym **Lago di Como** (lacus larius) an, welche Stundenweiſe ab- und zunehme. **Aſtruc** *) erzählet von einer Quelle bey Fonteſton oder Fonteſtorbe in Mirepoix, daß ſie gewöhnlich 36 Minuten 35 Sekunden fließe und 32 Minut. 30 Sekund. ausſetze. Er führet noch mehr Brunnen dieſer Art an, z. B. den von Fonſanche zu Nismes, welcher täglich etwas über 7 Stunden fleßet, und 5 Stunden ausſetzet, einige in Savoyen und Poitou, und die Quelle Colmar in Provence, welche alle Mahl in der ſiebenten Minute zu fließen aufhöret. Die leztere, deren Waſſerſtrahl die Dicke eines Armes hat, ward 1755 bey dem Erdbeben, welches Liſſabon zerſtörte, fortfließend, und fing erſt 1763 von neuem auszuſetzen an. Auch erwähnet **Scheuchzer** in ſeinen Alpenreiſen ſolcher ausſetzenden Quellen in der Schweiz.

Die intermittirenden Quellen werden auf verſchiedene Art erkläret. Solche Quellen, welche nur zu gewiſſen Jahreszeiten Waſſer geben, ſcheinen ſehr wahrſcheinlich von der Menge des Regen- und Schneewaſſers abzuhangen. Iſt hingegen das Ausbleiben des Waſſers auf kürzere Zeit eingeſchränket, ſo glaubt man gemeiniglich, daß dergleichen Quellen von einem Waſſerbehälter abſtammen, welche von obenher gefüllt, und ſeitwärts durch heberförmige Canäle wieder ausgeleeret werden. Durch dieſe Heber wird das Waſſer

*) Hiſtor. natural. Lib. II. cap. 103.

*) Hiſtor. natur. de Languedoc.

Waſſer in dem Behälter bis an die wagrechte Fläche ihres Verbindungspunktes leer gemacht; alsdann hören ſie zu fließen auf, und fangen erſt wieder zu laufen an, wenn der Schenkel am Behälter bis auf ſeinen höchſten Punkt gefüllt iſt, wobey nothwendig eine gewiſſe Zeit wegen des nöthigen Zufluſſes am Waſſer erforderlich iſt. Dieſe Zeit wird alsdann kürzer werden, wenn der Waſſerzufluß ſtärker iſt; ja es kann dieſer ſo groß werden, daß eben ſo viel Waſſer erſetzet wird, als durch die Quelle abfließt, in welchem Falle letztere fortfließend wird. Hät der Waſſerbehälter einen ſolchen heberförmigen Canal, welcher von der Quelle ab an einen andern Ort führet, ſo kann ſelbige bey trockenem Wetter fließen, und beym Regenwetter vertrocknen. M. ſ. Heber.

Es gibt auch Quellen, deren Waſſer wie ein Springbrunnen oft mehrere Fuß über den Erdboden hervorſpringen. So iſt eine ſolche zu St. Venant in der Provinz Artois, welche ſechs Fuß hoch ſpringt, und aus einer Tiefe von ungefähr 200 Fuß kommt; man machte nämlich mit einem eiſernen Stabe ein Loch in den Boden, und ſobald man das Eiſen wieder herausgezogen hatte, ſprang Waſſer hervor. Dieſer natürliche Springbrunnen hat nun ſchon ſeit 50 Jahren ununterbrochen Waſſer gegeben, ob er gleich nicht in Wände gefaßt iſt. Auch bey Modena hat man Gelegenheit, ähnliche Beobachtungen anzuſtellen. Man gräbt die Brunnen bis zu einer Tiefe von 63 Fuß, man macht dann ein Loch in eine 5 Fuß dicke Thonlage, und ſobald dieſe Thonlage durchbohrt iſt, ſpringt das Waſſer mit Gewalt hervor, und der Brunnen füllt ſich faſt bis an ſeinen oberſten Theil damit an; das Waſſer fließt dann ohne Unterlaß fort. Dieſe Erſcheinungen kann man nach **de la Metherie** nicht anders erklären, als daß man zwey Thonlagen annimmt, die durch Zwiſchenerdreich von einander getrennt ſind; in dieſem Erdreich ſammelt ſich das Regenwaſſer an, und bleibt alsdann zwiſchen den beyden Thonlagen, wie in einer Röhre, ſtehen.

Gewöhn-

Gewöhnlich frieren im Winter die Quellen nicht zu und im Sommer geben ſie kühles Waſſer. So führet **Chazas** [α]) einige Quellen in Frankreich an, welche im heißeſten Sommer eiskalt ſind, obgleich ihr Waſſer dem Sonnenſchein ausgeſetzet iſt. Auch erwähnet **Bergmann** ſchwediſcher Quellen, deren Temperatur nur wenig über dem Gefrierpunkt, und in der Tieſe noch kälter iſt. Von den heißen Quellen ſ. m. den Artikel, **Bäder**.

Lulofs gibt auch noch einige Quellen an, deren Waſſer Feuer fangen, und welche daher **Feuerfangende Quellen** genannt werden. Dergleichen ſind die des dodonäiſchen Jupiters [β]), die auf dem Montmerveille in Polen, die Porretta Nova in Italien [γ]) und verſchiedene in England [δ]). Aller Wahrſcheinlichkeit nach rührt dieſe Eigenſchaft von der brennbaren Sumpfluft, oder auch von der auf dem Waſſer ſchwimmenden Naphta oder Bergöl her.

Endlich gibt es noch hin und wieder ſalzige Quellen, aus deren Waſſer nach vorher geprüftem Gehalte gemeines Küchenſalz geſotten wird. Mehrentheils übertreffen ſie am Salze das Meerwaſſer, und es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß dieſe Quellen aus Schichten von Steinſalz, oder aus Erdſchichten, welche vom Salz durchdrungen ſind, hervorkommen. Außer dem gewöhnlichen Salze enthalten ſie meiſtentheils noch Gyps und ſalzſaure Bittererde, welche durch die Gradirhäuſer abgeſondert wird.

M. ſ. **Lulofs** Einleit. zur mathemat. und phyſikal. Kenntniß der Erdkugel, a. d. Holländ. durch **Käſtner**. Gotting. und Leipz. 1755. 4. S. 295 f. **Bergmann** phyſikal. Beſchreibung der Erdkugel, a. d. Schwed. von **Röhl**. Greifsw. 1780. 8. B. I. S. 276 u. f. **De Lüc** Unterſuchungen über die Atmoſphäre, a. d. Franzöſ. Leipz. 1776. 8. Th. I. §. 154 u. f. **De la Metherie** Theorie der Erde, aus

α) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1693. p. 71 ſq.
β) *Plinius* hiſt. natur. Lib. II. c. 103.
γ) Commentat. Bonon. p. 119 ſq.
δ) Philoſoph. tranſact. num. 26. p. 482. num. 334. p. 475.

aus dem Franzöſ. durch **Eſchenbach**. Th. II. Leipz. 1797. 8. S. 260 u. ſ.

R.

Rad an der Welle (axis in peritrochio, axe de la tambour). Wenn eine cylindriſche Axe (fig. 15.) ki ſenkrecht durch eine Scheibe dlno gehet, und an derſelben alſo befeſtiget iſt, daß ſie ſich zugleich mit der Axe herumdrehen muß, ſo heißt dieſe ganze Einrichtung ein **Rad an der Axe** und die cylindriſche Axe die zum Rad gehörige **Welle**. Damit nun die Welle ſammt dem Rade gehörig in Umlauf gebracht werden könne, ſo verſieht man gewöhnlich die Welle an beyden Enden a und b mit Zapfen, die in eingeſchnittenen oder gebohrten Zapfenlagern ruhen müſſen. Dieſes Werkzeug iſt eine von den Maſchinen, welche zu den einfachen Potenzen des **Pappus** gehören. M. ſ. **Potenzen**. Wenn am Umfange der Welle ein Seil befeſtiget iſt, ſo wird ſich ſelbiges darauf aufwickeln, wenn das Rad in Umlauf kommt. Es läßt ſich daher mittelſt dieſes Seils eine Laſt in die Höhe ziehen, wenn eine Kraft das Rad auf irgend eine Art in Bewegung bringt.

Es iſt aber nicht nothwendig, daß ein wirkliches Rad an der Welle ſich befindet; öfters iſt es zur Abſicht hinreichend, wenn nur eine an der Welle angebrachte Kraft alſo wirket, daß derſelben Richtungslinie von ſelbiger gleich weit entfernet bleibet. Aus dieſem Grunde kann man alle ſo genannten **Winden** hierher rechnen. Man verſteht nämlich unter einer **Winde** eine Welle, auf welcher einige Arme (fig. 16.) ac, dc, bc, ec ſenkrecht befeſtiget ſind, welche Menſchen fortſchieben, und dadurch die ganze Welle in Umlauf bringen können. Alsdann liegt die Welle entweder horizontal oder vertikal, da ſie im erſten Falle eine **Kreuzhaſpel** (ſucula), und im zweyten eine **Erdwinde** oder **Göpel** (ergata) genannt wird. Es kann ferner an der Welle ein wirkliches Rad ſich befinden, auf deſſen Umfange ſo genannte Zapfen oder Hörner ſenkrecht eingeſetzet ſind, und in

in ſolchem Falle heißt ſie eine **Radhaſpel.** Auch die **Kurbel** hat die Natur eines Rades, wenn an der Welle ein gerader oder krummer Arm ſo befeſtiget iſt, daß an der Handhabe ein Menſch mit der Hand drehen, und auf dieſe Weiſe die Welle in Umlauf bringen kann.

Die ganze Theorie des Rades an der Welle gründet ſich auf die vom Hebel. Man ſetze nämlich, die Richtungslinie (fig. 15.) d e der Kraft p berühre die Peripherie des Rades in dem Punkte d, und die Laſt q den Umfang der Welle in dem Punkte g; ferner ſetze man, der Halbmeſſer des Rades c d treffe die Welle in dem Punkte m, und eine Kraft f = q ziehe nach der auf c d ſenkrechten Richtung m f, mithin der d e der Kraft p entgegen, ſo wird, weil in c der Ruhepunkt iſt, p : f = m e : d c oder p : f = h g : d c ſich verhalten, wenn beyde p und f im Gleichgewichte ſeyn ſollen. Weiter ziehe eine Kraft r = q = f an g nach der Richtung g r, welche der von q gerade entgegengeſetzet iſt, ſo ſind nicht allein r und q, ſondern auch r und f für ſich im Gleichgewichte; demnach kann man r und f wegnehmen, und les muß noch p und q im Gleichgewichte bleiben, wenn p : q = h g : d c ſich verhält, d. h., **wenn ſich die ſenkrecht wirkende Kraft zur Laſt umgekehrt verhält, wie der Halbmeſſer der Welle zum Halbmeſſer des Rades.**

Würde die Kraft p nicht nach der Tangente e d, ſondern nach der Richtung d x auf den Halbmeſſer c d ſchief wirken, ſo müßte ſich die Kraft p zur Laſt q verhalten, wie h g : c y, da alsdann c d : c y = 1 : ſin. c d y iſt, folglich würde im Falle des Gleichgewichtes p : q = h g : c d. ſin. c d y ſeyn.

In allen Fällen iſt daher das Moment der Laſt = q . h g, das Moment der Kraft beym ſenkrechten Zuge = p . d c, und beym ſchiefen = p . c d . ſin. c d y. Weil nun ſin. c d y beſtändig kleiner als 1 iſt, ſo hat die ſchief ziehende Kraft allemahl ein geringeres Moment, oder ſie kann weniger ausrichten, als eine gleich große ſenkrecht ziehende.

Wenn die Kraft p als ein Gewicht betrachtet wird, welches am Umfange des Rades befeſtiget worden, ſo wird es bey einem Umlaufe des Rades ſo tief ſinken, als die Peripherie deſſelben beträgt, das Gewicht q aber würde um eine Höhe ſteigen, die ſo groß als die Peripherie der Welle wäre. Weil nun $hg : cd = 2\pi . hg : 2\pi . cd$, ſo iſt auch $p : q = 2\pi . hg : 2\pi . cd$, d. h. **die Kraft p verhält ſich zur Laſt q umgekehrt, wie der Weg der Laſt zum Wege der Kraft.** Es findet daher auch hier, wie bey allen übrigen Maſchinen, der Satz Statt, daß man an Geſchwindigkeit der Laſt eben ſo viel verlieret, als man an Kraft gewinnt.

Bey allen Arten von Winden iſt gewöhnlich die Stelle, an welcher die Kraft unmittelbar angreift, von dem Mittelpunkte des Querſchnittes der Welle nicht weit entfernet, ſo daß ſie folglich beym Umlauf der Welle keinen beträchtlichen Kreis beſchreibet, daher auch die Winden meiſtentheils nur durch Kräfte der Menſchen in Bewegung gebracht werden. Allein eine Menge anderer Maſchinen erfordern zu ihrer nöthigen Bewegung, ohne zu großen Aufwand von Kräften vorauszuſetzen, Räder an den Wellen, die beträchtlich groß ſind, an welchen außer den Kräften der Menſchen auch Kräfte der Thiere oder anderer lebloſer Dinge vortheilhaft angebracht ſeyn können.

Soll nämlich ein an einer wagrecht liegenden Welle befeſtigtes vertikales Rad durch fließendes Waſſer in Umlauf gebracht werden, ſo kann dieß auf doppelte Art geſchehen; ein Mahl, wenn es unter dem Rade wegfließt, und an die an dem Umfange des Rades befeſtigten Breter, welche Schaufeln genannt werden, anſtößt, und das andere Mahl, wenn es von oben herab auf das Rad fällt. Im erſten Falle treibt das Waſſer das Rad vor ſich her, und der Umlauf des Rades kann bloß aus dem Stoße des Waſſers gegen die Schaufeln beurtheilet werden: ein ſolches heißt alsdann ein **unterſchlächtiges Waſſerrad.** Im zweyten Falle aber wird der Kranz des Rades von der innern Seite

geſchloſſen, und die Schaufeln werden zwiſchen zweyen Scheiben ſo eingeſetzet, daß ſie ſchräg aufwärts ſtehen, und das Waſſer als ſo viele Waſſerbehälter auffangen, woraus es alsdann erſt wieder ausläuft, wenn ſie beym Umlaufe des Rades beynahe die unterſte Stelle erreichet haben. Ein ſolches Rad, welches nun vorzüglich durch das Gewicht des in den Waſſerbehältern aufgefangenen Waſſers in Umlauf kommt, heißt ein **oberſchlächtiges Waſſerrad.**

Bey dem unterſchlächtigen Waſſerrade kömmt es vorzüglich auf das ganze Gefälle des Waſſers an, welches gegen die unterſte noch ruhende Schaufel ſtößt. Setzt man dieß Gefälle $= \varphi$, und die Geſchwindigkeit, welche dieſer Höhe zugehöret, $= \alpha$, ſo hat man $\alpha = 2\sqrt{g\varphi}$ (m. ſ. **Fall der Körper** Th. II. S. 319.). Trifft nun das Waſſer, welches über den ſo genannten Fachbaum herabſtürzt, die untere noch ruhende Schaufel, ſo entſteht aus dem Anſtoß ein Druck, welcher ſo groß iſt, als das Gewicht einer Waſſerſäule, deren Grundfläche mit der Fläche der Schaufel, und deren Höhe mit derjenigen einerley iſt, wovon ein ſchwerer Körper fallen muß, um mit dem anſchlagenden Körper einerley Geſchwindigkeit zu erhalten. Dieſe Höhe iſt alſo hier das ganze Gefälle des Triebwaſſers. Setzt man demnach die Schaufelfläche $= \beta$, das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers $= \gamma$, ſo iſt der Stoß des Triebwaſſers gegen die noch ruhende Schaufel $= \beta . \gamma . \varphi = \frac{\beta . \gamma . \alpha^2}{4g}$. Wenn aber das Rad ſchon umläuft, mithin die Schaufel mit einer gewiſſen Geſchwindigkeit ausweicht, ſo kann der Stoß des Waſſers nicht mehr ſo ſtark dagegen wirken. In dieſem Falle müßte man die Geſchwindigkeit der Schaufel von der Geſchwindigkeit des Waſſers ſubtrahiren, dieſe Differenz würde alsdann die relative Geſchwindigkeit des Triebwaſſers ſeyn. Wäre demnach die abſolute Geſchwindigkeit des Waſſers $= \alpha$, und die der ausweichenden Schaufel $= \delta$, ſo iſt die relative Geſchwindigkeit des Waſſers $= \alpha - \delta$, und der Druck des Waſſers

gegen

gegen die ausweichende Schaufel $= \frac{\beta.\gamma(\alpha-\delta)^2}{4g}$. Bey der vortheilhafteſten Einrichtung eines unterſchlächtigen Waſſerrades müßte auch das Bewegungsmoment am größten ausfallen; um aber dieſes zu ſuchen, muß man jene Formel unter der Vorausſetzung, daß δ ganz allein als eine veränderliche Größe zu betrachten iſt, differenziiren, und das Differenzial $= 0$ ſetzen; man wird alsdann $\delta = \frac{1}{3}\alpha$ finden. Weil alſo das Bewegungsmoment am größten ausfallen muß, wenn die Geſchwindigkeit der Schaufeln $\frac{1}{3}$ von der Geſchwindigkeit des anſchlagenden Waſſers beträgt, ſo wird das Triebwaſſer gegen die ausweichende Schaufel nur mit $\frac{2}{3}$ ſeiner Geſchwindigkeit $= \frac{2}{3}\alpha$ anſtoßen. Es iſt daher eben ſo viel, als wenn das Rad ruhete, und das Waſſer nur $\frac{2}{3}$ ſeiner Geſchwindigkeit hätte. Der ganze Stoß iſt $\beta.\gamma\frac{(\alpha-\delta)^2}{4g}$; ſetzt man $\delta = \frac{1}{3}\alpha$, ſo iſt der relative Stoß, welchen das fließende Waſſer gegen die ausweichenden Schaufeln ausübet, $= \beta.\gamma\frac{(\frac{2}{3}\alpha)^2}{4g} = \frac{\beta.\gamma.\frac{4}{9}\alpha^2}{4g} = \frac{1}{9}.\frac{\beta.\gamma.\alpha^2}{g}$; alſo iſt das möglichſt größte Bewegungsmoment eines unterſchlächtigen Waſſerrades $= \frac{1}{3}\alpha.\frac{1}{9}.\frac{\beta.\gamma.\alpha^2}{g} = \frac{1}{27}.\frac{\alpha^3}{g}.\beta.\gamma$. Es ſey z. B. das ganze Gefälle $= 4$ Fuß $= \varphi$, ſo iſt die Geſchwindigkeit des anſchlagenden Waſſers $= 2\sqrt{15{,}625 \times 4} = 15{,}78$ Fuß $= \alpha$; iſt nun ſo viel Waſſerzufluß vorhanden, daß die Schaufel 5 Quadratfuß $= \beta$ gemacht werden kann, ſo beträgt das größte Bewegungsmoment, wenn $\gamma = 66$ Pfund geſetzet wird, $= \frac{1}{27}.\frac{15{,}78^3}{15{,}625}.5.66 =$ 3074 Pfund.

In Anſehung des oberſchlächtigen Waſſerrades hat es noch bis jetzt große Schwierigkeiten, die Umſtände zu beſtimmen, unter welchen das Bewegungsmoment der Kraft

am größten ausfallen müſſe. Gewöhnlich nimmt man an, daß dieſe Einrichtung am vortheilhafteſten ſey, wenn die Geſchwindigkeit des Rades der Geſchwindigkeit des Waſſers gleich iſt, da alsdann das Gewicht des Waſſers allein ohne Stoß wirket.

Es kann das Rad an der Welle auch ſo eingerichtet ſeyn, daß am innern oder äußern Umfange oder auf der Ebene des Rades Menſchen oder Thiere treten können, um ſelbiges mit der Welle auf dieſe Weiſe in Umlauf zu bringen. Ein ſolches Rad heißt überhaupt ein **Lauf**- oder **Tretrad**. Nun kann die Welle eines ſolchen Rades entweder horizontal, oder gegen den Horizont ſchief liegen, da es alsdann im erſten Falle ein vertikales und im zweyten ein **ſchief liegendes Tretrad** genannt wird. Wenn (fig. 17.) c der Mittelpunkt und ce = cd der Halbmeſſer des vertikalen Tretrades iſt, ſo kann der Winkel ecd nicht über 30 Grade ſeyn, wenn ce vertikal und d die Stelle iſt, wo die Perſonen am innern Umfange des Rades arbeiten. Zieht man nun aus dem Punkte d die Vertikallinie db, ſo iſt bc die Entfernung der Kraft von dem Mittelpunkte des Rades, und gerade ſo groß als die Hälfte des Halbmeſſers des Rades. Wenn man demnach das Gewicht der in d arbeitenden Perſonen mit der Hälfte des Halbmeſſers multipliciret, ſo erhält man das ſtatiſche Moment der Kraft, und es iſt eben ſo gut, als wenn am Umfange des Rades nach der Richtung der Tangente eine Kraft wirkte, welche der Hälfte des Gewichtes der in d arbeitenden Perſonen gleich iſt. Die Geſchwindigkeit, womit die arbeitenden Perſonen fortſchreiten, kann höchſtens 2 Fuß auch wohl nur 1½ Fuß ſeyn. Multipliciret man alſo dieſe Geſchwindigkeit mit der Hälfte des Gewichtes der in d arbeitenden Perſonen, ſo gibt das Produkt das mechaniſche Moment der Kraft an. Gebrauchet man Thiere, um das vertikale Tretrad in Umlauf zu bringen, ſo können dieſe höchſtens um den dritten oder auch nur den vierten Theil des Halbmeſſers fortſchreiten. Demnach würde der Erfolg eben ſo ſeyn, als wenn am Umfange

des

des Rades eine Kraft nach der Richtung der Tangente wirkte, welche dem dritten Theile oder auch wohl nur dem vierten Theile des Gewichtes der arbeitenden Thiere gleich wäre; alſo findet man hier das mechaniſche Moment der Kraft, wenn man den dritten auch wohl den vierten Theil des Gewichtes der Thiere mit ihrer Geſchwindigkeit multipliciret. Wäre außerhalb des Rades ein Gerüſte angebracht, auf welchem arbeitende Perſonen oder auch Thiere am Umfange des Rades wirken und dadurch das Rad in Umlauf bringen könnten, ſo würden die Perſonen zwar beynahe mit ihrem ganzen Gewichte arbeiten, allein die Geſchwindigkeit der Bewegung würde merklich geringer werden; bey den Thieren aber, welche entweder nur mit den Vorderfüßen oder mit den Hinterfüßen allein auf den äußern Umfang des Rades treten, und daher höchſtens mit der Hälfte ihres Gewichtes wirken können, iſt der Vortheil, welchen man dadurch zu erhalten gedenket, eben ſo groß nicht.

Ein ſchief liegendes Tretrad wird alsdann vorzüglich gebrauchet, wenn ein anſehnlich ſchweres Thier langſam arbeitet, und ſelbiges durch Fortſchreiten in Umlauf bringen ſoll. Dieſes Thier wird ungefähr mit dem dritten oder vierten Theile ſeines Gewichtes wirken, und die Bewegung desſelben auf 2 Fuß gerechnet werden können. Man findet alſo das mechaniſche Moment der Kraft, wenn man den dritten oder auch nur den vierten Theil des Gewichtes des Thieres mit ſeiner Geſchwindigkeit multipliciret.

Auch kann an der Welle ein Zugbaum von etwa 10 bis 12 Fuß Länge befeſtiget ſeyn, an welchem ein oder ein Paar Pferde angeſpannt werden können, die beſtändig in einem Kreiſe herumgehen müſſen, um die Welle in Umlauf zu bringen.

Endlich läßt ſich eine Welle durch den Stoß des Windes der an ſelbiger befeſtigten Windflügel in Umlauf bringen. Ein ſolcher Windflügel hat gewöhnlich die Form eines Vierecks, deſſen Länge um ein anſehnliches größer als die Breite iſt. Man hat durch Erfahrung wahrgenommen,

daß vier ſolche Windflügel, deren Mittellinien gegen die Axe der Welle, woran ſie befeſtiget werden, unter rechten Winkeln zuſammenſtoßen, bey einer Maſchine ſehr gute Dienſte thun. Durch den viereckten Kopf der Hauptwelle werden zwey lange hölzerne Bäume, welche **Windruthen** genannt werden, ſo durchgeſteckt, daß ſie gegen einander und gegen die Welle eine ſenkrechte Lage haben. Durch dieſe Windruthen werden in Entfernungen von 1 bis 2 Ellen Löcher durchbohrt, wodurch hölzerne Sproſſen geſteckt werden, die ſo lang ſind, als der Flügel breit ſeyn ſoll, und welche in einen hölzernen Rahmen gefaßt werden. Die Sproſſen werden alsdann mit Weeden oder Schilf ausgeflochten, oder mit dünnen Brettern, welche man Thüren nennt, bedeckt, und welche man bey großen Stürmen wegnehmen kann. Auch gebrauchet man wohl zur Bedeckung Segeltuch. Wenn nun alle Sproſſen des Flügels in einerley Ebene liegen, ſo bekommt der Windflügel die Natur einer Ebene, gegen welche der Wind ſtößt, und die gegen die Axe der Welle unter einem ſchiefen Winkel geneigt ſeyn muß. Durch Hülfe der Differenzialrechnung findet man, daß der Effekt des Windſtoßes beym erſten Anſtoß gegen den Windflügel am größten ausfällt, wenn die Bewegungsaxe gegen die Windflügel unter einem Winkel geneigt iſt, welcher 54° 44′ beträgt. Sobald aber der Windflügel in Bewegung gekommen iſt, ſo lehret doch die Erfahrung, daß die Wirkung des Windſtoßes alsdann deſto größer ausfalle, je näher dieſer Winkel dem rechten Winkel kömmt.

Die Maſchine mag ſeyn, welche ſie will, ſo wird doch alle Mahl verlangt, daß dadurch ein gewiſſer Widerſtand vermittelſt der an ſelbiger angebrachten Kraft überwältiget werden ſoll, wie z. B. bey Mahlmühlen das Zermalmen des Getreides, bey Stampfmühlen das Zerſtoßen gewiſſer Dinge u. ſ. f. Dieſer Widerſtand läßt ſich aber jederzeit als eine Laſt vorſtellen, welche in einer gewiſſen Zeit mit einer gewiſſen Geſchwindigkeit in die Höhe gehoben werden ſollte. Daher läßt ſich auch der Effekt einer Maſchine beſtändig ſo betrachten,

trachten, als wenn eine Laſt an einer Welle herabhing, welche durch Hülſe der an ſelbiger angebrachten Kraft in einer gewiſſen Zeit mit einer gewiſſen Geſchwindigkeit in die Höhe gebracht werden ſollte. Wenn nun die Maſchine durch die an ſelbiger angebrachte Kraft in Bewegung geſetzet werden ſoll, ſo muß das ſtatiſche Moment der Kraft größer als das ſtatiſche Moment der Laſt ſeyn. Nach und nach wird aber die Differenz beyder Momente immer kleiner, und verſchwindet endlich, wenn die Maſchine in gleichförmigen Gang gekommen iſt; alsdann wird das mechaniſche Moment der Kraft mit dem mechaniſchen Moment der Laſt gleich ſeyn. Z. B. An einer Welle, die im Halbmeſſer $\frac{1}{3}$ Fuß beträgt, ſey ein Seil befeſtiget, an welchem eine Laſt von 90 Pfund herabhängt. Dieſe Welle beſitze eine Kurbel von $1\frac{1}{2}$ Fuß Länge, womit die Welle umgedrehet werden kann, und eine Perſon greiſe die Handhabe der Kurbel mit einem Beſtreben an, ſie nach einer Richtung zu drehen, die mit ihrer Länge einen rechten Winkel macht. Druckt der Arbeiter gegen die Kurbel mit einer Kraft von 20 Pfund, ſo wird dieſer Druck mit der Laſt das Gleichgewicht halten, und es wird noch keine Bewegung erfolgen, weil $1\frac{1}{2} : \frac{1}{3} = 90 : 20$ ſich verhalten und $1\frac{1}{2} \times 20 = \frac{1}{3} \times 90$ ſeyn muß. Wenn hingegen der Arbeiter anfänglich etwas ſtärker gegen die Kurbel druckt, ſo wird die Welle in Umlauf kommen, und die Laſt gehoben werden. Indem aber die Handhabe ausweicht, wird der Druck des Arbeiters gegen ſelbige kleiner, weil er nicht ſo ſtark gegen die ausweichende als gegen die noch ruhende Kurbel drucken darf. Sobald nun der Druck bis auf 20 Pfund abgenommen hat, ſobald wird dieſer Druck mit der Laſt wieder im Gleichgewichte ſeyn, und die Kurbel mit der Welle wird im gleichförmigen Umlauf bleiben, wenn der Arbeiter gegen die Kurbel mit gleicher Stärke wirket. Wenn nun die Handhabe mit einer Geſchwindigkeit von 3 Fuß in einer Sekunde ausweichet, ſo wird die Laſt mit einer Geſchwindigkeit von $\frac{2}{3}$ Fuß ſteigen. Denn das mechaniſche Moment der Kraft iſt $3 \times 20 = 60 =$ dem mecha-

niſchen Moment der Laſt $= \frac{2}{3} \cdot 90$. Es beſteht alſo der Effekt der Maſchine darin, daß eine Laſt von 90 Pfund in einer Sekunde $\frac{2}{3}$ Fuß hoch gehoben wird.

In der Ausübung hat man wegen der Berechnung des ſtatiſchen Moments auch auf die Dicke des Seils zu ſehen, welche gewöhnlich ſo beträchtlich iſt, daß dadurch das Moment der Laſt merklich geändert wird. Hätte im vorigen Beyſpiel das Seil eine Dicke von 1 Zoll, oder $\frac{1}{12}$ Schuh, ſo würde das ſtatiſche Moment der Laſt $= (\frac{1}{3} + \frac{1}{24}) \times 90 = \frac{3}{8} \cdot 90 = 33\frac{3}{4}$. Noch beträchtlicher wird das Moment der Laſt, wenn ſich das Seil doppelt über einander legt, wodurch der Abſtand um $1\frac{1}{2}$ Seildicken wächſt. In dem Beyſpiele würde dieß $\frac{1}{12} + \frac{1}{24} = \frac{1}{8}$ betragen, mithin das Moment der Laſt $= (\frac{1}{3} + \frac{1}{8}) \cdot 90 = \frac{11}{24} \cdot 90 = 41\frac{1}{4}$. Dieſes Doppeltübereinanderlegen wird dadurch verhütet, daß man das Seil nur einige Mahl um die Welle ſchlägt, bis es ſich durch Reibung und Anklemmung völlig feſt hält. Alsdann wickelt ſich ſo viel, als an dem einen Ende aufgewunden wird, am andern wieder ab, und man läßt dieß abgewickelte durch einen beſondern Arbeiter von der Welle entfernen und in Ordnung legen.

Bey den wenigſten Einrichtungen der Winden, Haſpeln und Räder an den Wellen wird die an ſelbigen angebrachte und im Kreiſe herumgehende Kraft beſtändig nach der Richtung der Tangente wirken können. So wird z. B. die Hand eines Arbeiters, welche an einer an der Welle angebrachten Kurbel arbeitet, beſtändig in einem Kreiſe herumgehen, und ihre Richtung unabläſſig ändern, wobey es ihr unmöglich iſt, allezeit genau nach der Richtung der Tangente zu drucken; überdem iſt die Kraft derſelben ſtärker, wenn ſie die Kurbel herunterdruckt, als wenn ſie ſelbige aufwärts oder ſeitwärts fortſchiebet. Um alſo auf eine andere Art den Gang der Maſchine in Gleichförmigkeit zu erhalten, iſt man auf den Gebrauch der **Schwungräder** verfallen, welche ihre ein Mahl erlangte Umlaufsgeſchwindigkeit nicht leicht ändern. Die Haupteigenſchaften eines Schwungrades ſind

ſind folgende: 1. ſein Schwerpunkt muß genau in der Umlaufsaxe liegen, damit das Gewicht der Maſſe deſſelben auf den Umlauf gar nicht wirken könne; 2. es muß an ſich in Proportion mit den übrigen Theilen der Maſchine ziemlich ſchwer ſeyn, oder eigentlich nur aus ziemlich vieler Maſſe beſtehen, damit ſchon ein beträchtliches Uebergewicht der Kraft, oder des Widerſtandes nöthig ſey, um die Umlaufsbewegung deſſelben mehr zu beſchleunigen oder zu verzögern. Eben deßwegen wird die meiſte Maſſe am Umfange deſſelben vertheilt; 3. die Figur deſſelben iſt ziemlich, doch wegen des Widerſtandes der Luft nicht ganz gleichgültig, denn es muß der Luft nicht zu viel Fläche entgegenſetzen. Der Erfolg iſt dieſer: bey verminderter Kraft, welche die Maſchine treibt, kann ſie nicht verzögert werden, ohne das Schwungrad zugleich in einen minder geſchwindern Umlauf zu bringen. Hierzu gehöret aber etwas Zeit, und bevor noch ſo viele Zeit verfloſſen iſt, als zur beträchtlichen Verzögerung des Schwungrades nöthig wäre, nimmt die Kraft an der Maſchine wieder zu; mithin bleibt der Umlauf des Schwungrades, und mit demſelben der Umlauf aller übrigen Theile der Maſchine beynahe eben ſo ſchnell, als in dem Fall, da die Kraft, oder ihr ſtatiſches Moment am größten war.

Die Winden ſind unſtreitig die bequemſten und wirkſamſten Rüſtzeuge zu Ueberwältigungen großer Laſten. Im Jahre 1586 errichtete **Domenico Fontana** den großen Obeliſk auf dem Platze des Vaticans in Rom, deſſen Gewicht 9146 Centner, und mit der Armatur 9600 Centner betrug, durch 40 Winden, an deren jeder außer den Menſchen zwey Pferde zogen, wobey er das Moment der Kräfte für jede Winde auf 300 Centner rechnen konnte. Hiervon gibt nach **Kirchern** α) **Leupold** β), vollſtändiger aber und nach des **Fontana** eigener Abbildung **Nic. Zabaglia** γ) Nachricht. Die Mängel, welche bey den Winden Statt finden,

α) Oedipus aegyptiacus. Tom. II. L. 3. p. 70 ſq.
β) Theatr. machinar. Lipſ. 1725, fol. p. 137 ſq. Tab. LII.
γ) Caſtelli e Ponti. Ital. et Latin. Romae 1743. fol.

finden, hat man ſorgfältig zu verbeſſern geſuchet, wie z. B. den Mangel, daß die Umgänge des Seils beym Fortwinden immer höher hinauftreten, und bald die höchſte Stelle erreichen, wo man alsdann, wenn ſich nichts über einander legen ſoll, Halt machen, und eine beſondere Arbeit unternehmen muß, um ſie wieder herunter zu bringen. Durch die Preisfrage der Akademie zu Paris für die Jahre 1739 und 1741 kam eine Anzahl von Schriften über dieſen Gegenſtand zum Vorſchein α), worunter ſich beſonders die von **Johann Bernoulli** β), und **Poleni** γ) auszeichnen.

Eine bekannte Maſchine, welche beſonders beym Auf- und Abladen der Schiffgüter und beym Aufwinden ſchwerer Baumaterialien gebrauchet wird, und den Nahmen **Krahn** oder **Kranich** (grus, geranium) erhalten hat, kann verſchiedene Einrichtungen beſitzen, beſtehet aber mehrentheils in einem Haſpel, ſo daß das Seil, an welchem die Laſt hängt, über Rollen geleitet iſt, die in einem oben hervorragenden ſchief liegenden Balken, dem **Schnabel**, ſtecken, der an einer ſtehenden Welle befeſtiget iſt, welche man in einer Hülſe umdrehen kann, wenn die Laſt zur gehörigen Höhe aufgewunden iſt, um ſie von jeder beliebigen Seite abnehmen zu können. Uebrigens kann der Haſpel mit einem Laufrade verſehen ſeyn.

M. ſ. **Käſtner** Anfangsgründe der angewandten Mathemat. Stat. u. Mechan. §. 70 u. ſ. **Karſten** Anfangsgründe aller mathematiſchen Wiſſenſchaften. Th. II. Greifsw. 1780. Statik. Abſchn. VII. Maſchinenlehre. Abſchn. IV. u. ſ.

Radbarometer, ſ. **Barometer**.

Rad, elektriſches (peritrochium electricum, roue ou moulinet électrique). Dieſen Nahmen hat man einigen Einrichtungen gegeben, welche durch das elektriſche Anziehen und Abſtoßen in eine umdrehende Bewegung verſetzet werden

α) Recueil des pieces, qui ont remporté le prix en 1741. Paris 1745. 4.

β) Diſcours ſur le cabeſtan.

γ) De ergatae nauali probabiliore vſu.

werden können. Prieſtley α) erzählet, daß Winkler in Leipzig zuerſt eine ſolche Einrichtung angegeben habe; allein es iſt dieſe nach den Transactionen β) kein wirkliches elektriſches Rad, ſondern vielmehr ein Stern mit ſechs Spitzen geweſen, welche im Dunkeln leuchten, und ein Feuerrad vorſtellen, wenn der Stern durch eine äußere Kraft gedrehet wird. Franklin iſt eigentlich der erſte, welcher ein elektriſches Rad angegeben hat. Er beſchreibt dieſes in einem Briefe vom 1. Septemb. 1747 unter dem Nahmen des elektriſchen Bratenwenders γ). Es beſteht dieſe Einrichtung in einer wagrechten hölzernen Scheibe, welche durch einen Stift in ihrer Mitte gehalten wird. Dieſer Stift läuft auf einer Spitze in einem Lager, und geht oben durch ein Loch in einer feſten Meſſingplatte, welche ihn ſenkrecht hält. Auf ſolche Art drehet ſich die hölzerne Scheibe ſehr leicht in der wagrechten Lage herum. Aus dem Umkreiſe des Bretes gehen 30 gläſerne Stäbe nach der Richtung der Halbmeſſer wagrecht hervor; ihre äußerſten Enden ſtehen etwa 4 Zoll von einander ab, und beſitzen meſſingene Knöpfe, welche folglich durch die Glasſtäbe iſoliret ſind. Bringt man nun den Knopf einer poſitiv geladenen Flaſche nahe an den äußerſten Umfang des Kreiſes, welchen die meſſingenen Knöpfe bilden, ſo entſteht an dem nächſten Knopfe ein Funke, wodurch ihm poſitive Elektricität mitgetheilet wird; die poſitive Elektricität der angehaltenen Flaſche ſtößt nun das dem Knopfe des Rades mitgetheilte + E zurück, und bringt das Rad in Bewegung. Eben dieß wiederfähret nun auch dem folgenden Knopfe u. ſ. f. Auf ſolche Art erhalten daher alle Knöpfe poſitive Elektricität, und behalten auch ſelbige, weil ſie durch die Glasſtäbe iſoliret ſind. Dadurch kann aber das Rad nur ein Mahl umgedrehet werden; denn ſobald der erſte Knopf, welcher ſein + E behalten hat, wieder an die Flaſche kömmt, ſo wird er von dieſer zurückgeſtoßen, und die Bewegung hö-
ret

α) Geſchichte der Elektricität durch Krünitz. S. 49.

β) Nro. 475. p. 311.

γ) Briefe von der Elektricität; a. d. Engl. von Wilke. Leipz. 1758. 8. S. 40.

ter auf. Soll ſie fortgehen, ſo muß der erſten Flaſche gerade gegenüber eine andere negativ geladene geſtellet werden. Denn hierdurch werden alle poſitiv elektriſirten Knöpfe ſtark angezogen, erhalten auch durch Mittheilung — E, werden wieder zurückgeſtoßen, eilen folglich mit verdoppelter Bewegung fort, und bekommen bey der Rückkehr zur poſitiv geladenen Flaſche abermahls durch Mittheilung + E u. ſ. w. So bekam das Rad in ſeinem Umlaufe eine ſolche Beſchleunigung, daß es in einer Minute 12 bis 15 Mahl herumlief, und ein Gewicht von 100 ſpaniſchen Thalern mit ſich nahm. Zuletzt entladen ſich hierdurch beyde Flaſchen.

Ein anderes ſich ſelbſt bewegendes Rad hatte von **Franklin** dieſe Einrichtung erhalten: eine runde belegte Glasſcheibe läßt ſich zwiſchen zwey iſolirten Spitzen wagrecht um ihre Axe drehen. An dem Rande der Glasſcheibe befinden ſich zwey Bleykügelchen ungefähr 6 Zoll weit aus einander, von welchen eins mit der obern, das andere mit der untern Belegung in Verbindung ſtehet. Rund um die Glasſcheibe ſtehen auf dem Tiſche zwölf Glasſäulen mit meſſingenen Knöpfen etwa 4 Zoll weit aus einander. Wenn nun die Glasſcheibe geladen wird, ſo fängt ſie umzulaufen an. Die Bleykugel nämlich, welche + E hat, wird von dem nächſten Knopfe der Glasſäule angezogen, theilet demſelbem + E mit, und wird darauf weiter fortgeſtoßen u. ſ. f. Kömmt nun die andere Bleykugel beym Umlaufe des Rades, welche — E hat, gegen die mit + E geladenen Knöpfe der Glasſäulen, ſo wird ſie angezogen, ihr + E mitgetheilet und darauf weiter fortgeſtoßen, wodurch der Umlauf befördert wird. Auf ſolche Art lief **Franklins** Rad eine halbe Stunde lang in jeder Minute 20 Mahl um. Daß auf dieſe Weiſe die geladene Scheibe entladen wird, iſt begreiflich.

Der Marquis de **Courtenveaux** *) hat die Einrichtung dieſes Rades in einigen Stücken verbeſſert, wovon man auch

*) In *Rozier Journal de phyſique*, Avril 1774.

auch beym de la Fond *) Nachricht findet. Man hatte hierbey die Abſicht, dieſes Rad zur Zählung ſeiner Umläufe in einer Minute als Elektrometer zu gebrauchen.

Eine andere Einrichtung des elektriſchen Rades iſt unter dem Nahmen des **Flugrades** oder des **Kreuzes** bekannt. Es werden nämlich (fig. 18.) vier dünne meſſingene Drähte in eine meſſingene Scheibe eingeſetzet, welche man auf den zugeſpitzten Stift k ſetzen, und denſelben auf den erſten Leiter der Maſchine ſchrauben kann. Auf dieſem Stifte muß die Scheibe mit den Drähten, wie eine Mangnetnadel, vermittelſt eines metallenen glatt ausgehöhlten kleinen Huthes im Gleichgewichte ſtehen. Die Enden der Drähte a, b, c, d ſind ſpitzig, und alle nach einerley Seite recht winklicht umgebogen. Sobald nun der Conduktor der Maſchine elektriſiret wird, ſo wird das elektriſche Rad ſogleich anfangen herumzulaufen, und ſich in horizontaler Lage nach der Richtung der Buchſtaben a b c d zu drehen, welche der Richtung der umgebogenen Drahtſpitzen entgegengeſetzet iſt. Wird das Rad auf einen negativ elektriſirten Conduktor gebracht, ſo iſt der Erfolg der nämliche; das Umdrehen geſchiehet nämlich nach eben der Richtung a b c d.

Dieſe Erſcheinung wird auf verſchiedene Art erkläret, je nachdem man die eine oder andere Theorie der Elektricität annimmt. Nach **Franklin's** Theorie ſtrömen die Spitzen aus, wenn der Conduktor der Maſchine poſitiv elektriſiret iſt, ſaugen hingegen ein, wenn er negativ elektriſiret iſt. Allein hiernach ſollte das Rad, welche — E erhält, eine Bewegung bekommen, welche der, die vom + E entſtehet, gerade entgegengeſetzet iſt.

Da man bemerkte, daß alle Spitzen, ſie mögen + E oder — E haben, wie ein Wind blaſen, ſo ſuchte dieß beſonders **Prieſtley** durch einen wirklichen Luftſtrom zu erklären, welcher aus allen elektriſchen Spitzen ausgehe. Es widerſtehe nämlich die äußere Luft der von den Spitzen aus- ſtrömen-

*) Précis hiſtorique et experimental de phenomènes électriques. Paris 1781. 8.

ſtrömenden Luft, und drücke dieſe zuſammen, ſo daß ſie durch ihre Elaſticität den leicht beweglichen Draht zurücktreibe. Daher entſcheide die Richtung des Luftſtroms weder über das Ausſtrömen noch das Einſtrömen der elektriſchen Materie.

Diejenigen, welche **Franklins** Theorie mehr zu beſtimmen geſucht haben, wie z. B. **Cavallo**, erklären dieſe Erſcheinung nicht aus einem Luftſtrome, ſondern vielmehr aus dem Abſtoßen zwiſchen den Drahtſpitzen und der äußern Luft. Denn das Rad möge poſitiv oder negativ elektriſiret ſeyn, ſo erhalte die an den Drahtſpitzen befindliche Luft wegen der Mittheilung eine ſtarke Elektricität von eben der Art, welche ſich in den Drahtſpitzen ſelbſt befindet; daher müſſen die Spitzen und die Luft einander zurückſtoßen. Dieſe Erklärung halten ſie dieſerwegen für richtig, weil das Rad nicht allein im luftleeren Raume gar nicht laufe, ſondern ſogar, wenn man es nur unter einer Glocke ſetze, ſich nur eine kurze Zeit drehe, und dann ſtill ſtehe; denn die unter der Glocke enthaltene Luft werde gar bald durchgehends gleichförmig elektriſiret.

Hierbey führet **Cavallo** noch folgenden Verſuch an: wenn das Rad unter der Glocke ſtille ſtehet, und man den Finger einer Spitze des Rades gegenüber, an die äußere Seite des Glaſes bringt, ſo wird ſich daſſelbe wieder ſehr ſchnell bewegen; und wenn man die Stelluug des Fingers von Zeit zu Zeit verändert, und ihn rings um das Glas herumführet, ſo kann man die Bewegung eine lange Zeit fortſetzen, bis endlich der größte Theil des Glaſes geladen iſt. Wenn nämlich der Finger die äußere Seite der Glocke berühret, ſo verliert das Glas auf dieſer Seite einen Theil ſeiner natürlichen elektriſchen Materie (wofern das Rad poſitiv elektriſiret iſt; umgekehrt erhält das Glas mehr, wenn das Rad negativ iſt); und bekommt dagegen auf der innern Seite einen Zugang aus der elektriſirten Luft. Dadurch wird die Luft in Stand geſetzet, von der Spitze des Rades wieder elektriſiret zu werden, wodurch die Bewegung deſſelben erneuert wird. Man behauptet zwar jetzt, daß dieſer

Verſuch auch im luftleeren Raume von Statten gehe, und daß daher die Luft ganz aus der Erklärung dieſer Phänomene wegbleiben müſſe. Indeſſen bleibt es aber doch gewiß, daß der Verſuch im luftvollen Raume beſſer, als im leeren gelinget, und daß es überhaupt noch Zweifeln unterworfen iſt, ob er in ganz luftleerem Raume von Statten gehe.

Diejenigen, welche zwey elektriſche Materien annehmen, behaupten, daß aus den Spitzen eine wirkliche elektriſche Materie ausſtröme, ſie mögen poſitiv oder negativ elektriſiret ſeyn. Die Bewegung des Rades kann alsdann entweder aus dem elektriſchen Zurückſtoßen der ausſtrömenden Materie gegen die nachfolgende entſtehen, oder ſie kann aus dem Drucke gegen den Draht beym Ausgange, wie bey der Segneriſchen hydrauliſchen Maſchine, erfolgen.

Auch hat **Prieſtley** [α]) durch das Blaſen feſtſtehender Spitzen kleine papierne Windflügel und leichte Räder von andern Geſtalten in Bewegung geſetzet, welche ebenfalls zu den elektriſchen Rädern gezählet werden können. **Adams** [β]) hat verſchiedene Spielwerke mit dem Kreuze oder Drahte mit umgebogenen Spitzen über die Elektricität beſchrieben.

M. ſ. **Franklins** Briefe über die Elektricität; a. d. Engl. von **Wilke**. Leipz. 1758. 8. S. 40 u. f. **Cavallo** Abhandlung der Lehre von der Elektricität; aus d. Engl. 4te Aufl. Leipz. 1797. 8. S. 64 u. 247.

Radius vector, rayon vecteur. In der höhern Geometrie werden überhaupt diejenigen geraden Linien, welche aus den Brennpunkten nach den Punkten der krummen Linie gezogen werden, **Radii Vektoren** genannt. Sie ſind insgeſammt unter ſich von ungleicher Größe, außer in Kreiſen, da ſie den Halbmeſſern derſelben gleich ſind.

Beſonders aber wird der Nahme, **Radius Vektor**, in der Theorie des Planetenlaufs, und überhaupt bey Centralbewegungen, derjenigen geraden Linie gegeben, welche aus dem

α) Geſchichte der Elektricität durch Krünitz. S. 390. u. f.
β) Verſuch über d. Elektricität; a. d. Engl. Leipz. 1785. 8. S. 63. u. f.

dem Brennpunkte der elliptiſchen Bahn in den Mittelpunkt des Planeten gezogen wird, oder die aus dem Mittelpunkte der Kräfte in den Schwerpunkt des bewegten Körpers hingehet. Läuft z. B. der Mond um unſere Erde in einer elliptiſchen Bahn, ſo wird die gerade Linie, aus dem Mittelpunkte der Erde nach dem Mittelpunkt des Mondes gezogen, ein **Radius Vektor** der Mondbahn genannt. Dieſer Radius Vektor iſt von veränderlicher Größe. So iſt z. B. derſelbe in der Erdnähe am kleinſten und der Erdferne am größten. So wie ſich der Planet in ſeiner Bahn fortbeweget, ſo beſchreibet auch der Radius Vektor Flächenräume, welche ſich wie die Zeiten verhalten, in welchen ſie beſchrieben werden. M. ſ. **Kepleriſche Regeln**.

Radwinde, ſ. **Rad an der Welle**.

Räderwerk, zuſammengeſetztes, Zahn und Getriebe (ſystema rotarum, rouage, ſystéme de roues et de pignons). Wenn verſchiedene Räder, welche nicht an einer Axe ſich befinden, gezwungen ſeyn ſollen, ſich zugleich in Bewegung zu ſetzen, ſo müſſen am Umfange des einen Erhöhungen ſich befinden, welche in die Vertiefungen des andern Rades eingreifen, um ſelbiges dadurch fortzuſchieben. Eine ſolche Verbindung mehrerer Räder wird eben ein **zuſammengeſetztes Räderwerk** genannt.

Die Erhöhungen am Umfange des Rades heißen **Zähne** (dentes), wenn ſie nach der Richtung der Halbmeſſer auf dem äußern Umfange des Rades aufgeſetzet ſind, und das Rad ſelbſt heißt ein **Stern**- oder **Stirnrad**. Im Gegentheil werden ſie **Kämme** (paxilli) genannt, wenn ſie auf des Rades Ebene ſenkrecht eingeſetzet ſind, und das Rad heißt alsdann ein **Kamm**- oder **Kronrad**.

Wenn die Zähne oder Kämme des einen Rades in die Vertiefungen eines andern Rades eingreifen, um ſelbiges fortzuſchieben, ſo iſt gewöhnlich das letztere in Vergleichung mit dem erſtern ziemlich klein, und wird ein **Getriebe** genannt. Beſteht dieſes Getriebe aus zweyen hölzernen mit einander parallelen Scheiben, welche durch mehrere am Umfange

ſange mit der Axe parallele eingeſetzte Stäbe, die man **Triebſtecken** nennt, und ſtatt der Zähne dienen, verbunden ſind, ſo heißt es insbeſondere ein **Trilling** oder **Drehling**. Sind aber in der Welle ſelbſt nur Vertiefungen eingeſchnitten, in welche die Zähne oder Kämme greifen, ſo nennt man es einen **Rumpf**.

Wenn mehrere Räder alſo mit einander verbunden ſind, daß eines dem andern eine Bewegung mittheilet, ſo muß ſich im Fall des Gleichgewichtes die Kraft (fig. 19.) p am Umfange des Rades zur Laſt q an der letztern Welle verhalten, wie das Produkt der Halbmeſſer aller Getriebe, die letzte Welle, woran die Laſt hängt, als das letzte Getriebe gerechnet, zum Produkt der Halbmeſſer aller Räder ſich verhält. Fängt nämlich die Kraft p zu wirken an, ſo drückt der Triebſtecken e den Zahn des Rades d mit einer Gewalt, die man $= v$ ſetzen kann, und es iſt alsdann $p : v = ca : cb$, mithin $v = \frac{cb}{ca} . p$. Dieſen Druck kann man nun als eine Kraft betrachten, welche am folgenden Rade nach der Tangente wirket, und der Triebſtecken k druckt den Zahn l mit einer Gewalt, welche man $= r$ annehmen kann; alsdann ergibt ſich $v : r = fg : fh$, mithin $r = \frac{fh}{fg} . v = \frac{fh}{fg} . \frac{cb}{ca} . p$. Ferner kann man wiederum annehmen, daß dieſer Druck r unmittelbar am Umfange des dritten Rades nach der Tangente wirket, und es iſt ein Fall des Gleichgewichtes $r : q = in : im$, folglich $q = \frac{im}{in} . r = \frac{im}{in} . \frac{fh}{fg} . \frac{cb}{ca} . p$, oder $p : q = in . fg . ca : im . fh . cb$. Auf dieſe Weiſe gilt der Schluß von jeder Zahl der Räder auf die folgende um Eins größere Anzahl.

Die Faktoren $\frac{im}{in} . \frac{fh}{fg} . \frac{cb}{ca}$ werden deſto größer, je kleiner die Getriebe in Vergleichung mit den damit verbundenen Rädern ſind; folglich muß auch mit einerley Kraft p eine

deſto größere Laſt im Gleichgewichte erhalten werden können, je kleiner die Getriebe in Vergleichung mit den damit verknüpften Rädern ſind.

Wenn das erſte Rad, an welchem ſich die Kraft p befindet, ein Mahl herumgehet, ſo dreht ſich alsdann der Punkt ſ des andern Rades nur bis h, wenn der Bogen ſh = der Peripherie des erſten Getriebes iſt, der Punkt o des andern Getriebes aber bis g; zu gleicher Zeit kömmt auch der Punkt t des dritten Rades in m, wenn mt = der Peripherie des andern Getriebes, und der Punkt u der Welle in n an, ſo daß bey einem Umlauf des erſten Rades die Laſt q um einen Weg ſteiget, der dem Bogen un gleich iſt. Nun hat man

$$2\pi . bc : ſh = bc : ac$$
$$ſh : tm = hf : fg$$
$$tm : un = im : in, \text{ mithin}$$
$$2\pi . bc : un = im . hf . bc : in . fg . ac = q : p;$$

demnach findet beym zuſammengeſetzten Räderwerk auch dieſer Satz Statt, daß **ſich die Laſt zur Kraft verhält umgekehrt wie der Weg der Kraft zum Wege der Laſt.** Es folgt alſo daraus, daß hier ebenſalls an Raum und Geſchwindigkeit verloren geht, als was man an Kraft gewinnt. Soll z. B. mit einem Pfunde Kraft 80 Pfund Laſt im Gleichgewicht erhalten werden, ſo muß bey der wirklichen Bewegung die Kraft durch 80 Fuß gehen, wenn die Laſt um 1 Fuß beweget werden ſoll.

Weil ein jeder Zahn bey der wirklichen Bewegung einen Triebſtecken vor ſich her treibt, ſo wird auch das Getriebe ein Mahl umlaufen müſſen, wenn ſo viele Zähne fortgegangen ſind, als das Getriebe Stecken hat. So viel Mahl alſo die Anzahl der Triebſtecken in der Anzahl der Zähne enthalten iſt, ſo viel Mahl wird auch das Getriebe in eben der Zeit umlaufen, in welcher das Rad ein Mahl umläuft. Man findet alſo die Anzahl der Umläufe des Getriebes, wenn die Anzahl der Zähne durch die Anzahl der Triebſtecken dividiret wird. Setzt man alſo die Anzahl der Triebſtecken

= n,

$= n$, und die Anzahl der Zähne $= m$, ſo iſt die Anzahl der Umläufe des Getriebes gegen einen Umlauf des Rades $= \frac{m}{n}$. Wäre mit der Axe des Getriebes ein zweytes Rad mit r Zähnen verbunden, welches in ein zweytes Getriebe eingreift, und die Anzahl der Stecken dieſes Getriebes $= p$, ſo würde die Anzahl der Umläufe dieſes Getriebes $= \frac{r}{p}$ ſeyn, wenn das zweyte Rad ein Mahl umläuft. Nun kommen auf jeden Umlauf des erſten Rades $\frac{m}{n}$ Umläufe des zweyten; rechnet man alſo auf jeden Umlauf des zweyten Rades $\frac{r}{p}$ Umläufe des zweyten Getriebes, ſo werden auf jeden Umlauf des erſten Rades $\frac{m}{n} \cdot \frac{r}{p}$ Umläufe des zweyten Getriebes kommen. Wenn noch mehrere Räder in eben ſo viele Getriebe eingreifen, und jedes Rad hat mit dem Getriebe einerley Welle, ſo läßt ſich aus dem Angeführten leicht dieſe allgemeine Regel ſchließen: man dividire die Anzahl der Triebſtecken eines jeden Getriebes in die Anzahl der Zähne desjenigen Rades, deren Zähne in das Getriebe eingreifen, und multiplicire alle Quotienten in einander. Dieſes Produkt gibt die Anzahl der Umläufe des letzten Getriebes an, wenn das erſte Rad ein Mahl umläuft. Exemp. Wenn von dreyen Rädern das erſtere 36, das andere 28 und das dritte 24 Zähne, die Getriebe aber, worin ſie greifen, 6, 7, 6 Triebſtecken haben, ſo läuft das letzte Getriebe $\frac{36}{6} \cdot \frac{28}{7} \cdot \frac{24}{6} = 6 \cdot 4 \cdot 4 = 96$ Mahl binnen der Zeit herum, da das erſte Rad ein Mahl umläuft.

Wenn es umgekehrt bekannt iſt, wie viel Mahl das ſchnelleſte Rad umlaufen ſoll, indem das erſte Rad ein Mahl umläuft, ſo kann man auch daraus die Anzahl der Zähne und Triebſtecken eines jeden Rades und Getriebes ſehr leicht beſtim-

beſtimmen. Hätte die Maſchine nur ein Rad und Getriebe, ſo ſey die Anzahl der Zähne $= m$, und die Anzahl der Triebſtecken $= n$; wäre nun x die Zahl der Umläufe des Getriebes gegen einen Umlauf des Rades, ſo muß $r = \frac{m}{n}$ ſeyn. Daraus ſieht man, daß die Anzahl der Triebſtecken des Getriebes und die Anzahl der Zähne dadurch nicht beſtimmt werde, ſondern nur ihr Verhältniß gegen einander. Nachdem man alſo m oder n willkürlich annimmt, nachdem wird n oder m aus der Gleichung $r = \frac{m}{n}$ beſtimmt. Denn man hat $r n = m$ und $n = \frac{m}{r}$. Erfordert aber die Maſchine mehrere Räder und Getriebe, ſo iſt es auch hier leicht zu begreifen, daß man nicht beſtimmt angeben könne, wie viele Zähne die Räder und wie viele Stecken die Getriebe haben ſollen; vielmehr laſſen ſich hier eine Menge von Fällen gedenken, welche dem Verlangten ein Genüge leiſten. Setzt man a, b, c die Zahlen der Zähne, und α, β, γ die Zahlen der Triebſtecken der Getriebe, und r die Anzahl der Umläufe des letzten Getriebes gegen einen Umlauf des erſten Rades, ſo muß $r = \frac{a}{\alpha} \cdot \frac{b}{\beta} \cdot \frac{c}{\gamma}$ ſeyn. Man zerfälle demnach r in ſo viele Faktoren, als man Räder haben will. Ein jeder Faktor wird die Zahl der Umläufe eines Getriebes gegen einen Umlauf des in daſſelbe eingreifenden Rades angeben, woraus die Anzahl der Zähne und der Triebſtecken für jedes Rad und dazu gehöriges Getriebe, wie vorhin, gefunden wird. Exemp. Soll das letzte Getriebe vierzig Mahl umlaufen, wenn das erſte Rad ein Mahl umläuft, ſo iſt $40 = 5 \cdot 4 \cdot 2 = \frac{30}{6} \cdot \frac{28}{7} \cdot \frac{16}{8}$, und man kann drey Räder gebrauchen, wovon das eine 30, das andere 28 und das dritte 16 Zähne beſitzen, wenn die Getriebe 6, 7, 8 Triebſtecken haben.

Soll die Bewegung gut von Statten gehen, ſo kann man die Zahl der Triebſtecken nicht wohl unter 5 nehmen; dieſes beſtimmt alſo die Zahl der Zähne des Rades. Auch läßt es ſich leicht überſehen, daß, je mehr Räder man macht, deſto wenigere Zähne man einem jeden geben darf, folglich deſto kleiner man jedes machen kann. Durch Vermehrung der Räder laſſen ſich alſo Maſchinen kleiner machen.

In der Ausübung leidet die Theorie von dem zuſammengeſetzten Räderwerke wegen der beträchtlichen Reibung der Zähne und Triebſtecken an einander eine Ausnahme. Um aber dieſe nach und nach immer mehr zu vermindern, ſo nimmt man die Zahl der Zähne des Rades ſo an, daß die Anzahl der Zähne der Triebſtecken nicht genau darin aufgehe, weil bey einer ſolchen Anordnung die Zähne und Getriebe ſich beſſer gegen einander abſchleifen, und die Bewegung freyer wird. Gibt man den Zähnen und Triebſtecken gleich Anfangs eine ſolche Krümme, wie erforderlich iſt, damit Zahn und Triebſtecken ſich mehr über einander wegwälzen, als an einander fortſchieben, um das Reiben an einander möglichſt zu verhindern, ſo iſt es um ſo viel beſſer, und es bedarf deſſen nicht, daß die Maſchine ſo lange ſchütternd und ſtotternd laufe, bis Zähne und Triebſtecken ſich erſt an einander abgeſchliffen haben. Nach **Leibnitzens** [α]) Nachricht hat **Römer** zuerſt entdecket, daß die Zähne zu dieſer Abſicht die Krümme der Epicycloide haben müſſen, eine Linie, von deren Natur die höhere Geometrie Unterricht gibt. **Euler** [β]) und **de la Hire** [γ]) haben dieſe epicycloidaliſche Geſtalt der Zähne genauer unterſuchet, und **Käſtner** [δ]) erzählet, daß man ſich von der Wichtigkeit und Brauchbarkeit dieſer Art, den Zähnen und Getrieben die rechte Geſtalt zu geben, bey den Maſchinen des Bergraths **Borlach** in den Salzwerken zu Köſen bey Naumburg ſattſam überzeugen könne.

α) Miſcellan. Berolinenſ. Tom. I. p. 315.
β) Nov. commentat. Petropol. Tom. V.
γ) Oeuvres diverſes; in Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. depuis 1666. jusqu' à 1699. Tom. IX.
δ) Anfangsgründe der angewandten Mathematik. Statik. §. 76.

könne. Auch hat Herr **Käſtner** über die Geſtalten der Zähne an Rädern und der Daumen an Wellen in Stampfmühlen, Pochwerken u. dgl. Unterſuchungen angeſtellet *). Von den gewöhnlichen Geſtalten der Zähne und Kämme handeln **Leupold** β) und **Beyer** γ).

Die Größe der Räder und Getriebe mit ihren Zähnen und Stecken richtet ſich, wie leicht zu erachten iſt, nach der Stärke des Drucks, den ſie auszuſtehen haben, und nach der Feſtigkeit der Materie, woraus ſie verfertiget werden. Weil nun die Triebſtöcken einen größern Druck als die Zähne leiden müſſen, ſo müſſen ſie auch ſtärker, als dieſe gemacht werden. Bey etwas großen Maſchinen, wie z. B. bey Mühlen, beſtehen ſie mehrentheils aus gutem harten Holze, bey kleinen aber, z. B. bey Uhren, aus Metall. Bey hölzernen Mühlwerken hat man folgende Regel für gut befunden: **daß die Dicke der Triebſtecken ſich zu ihrer Zwiſchenweite verhalten müſſe, wie 8:7.** Es ſey (fig. 20.) a der Mittelpunkt des Getriebes, ab der Halbmeſſer bis zur Mitte der Triebſtecken, und in dieſem verlängerten Halbmeſſer befinde ſich auch der Mittelpunkt c des Rades. Beſchreibt man nun mit dem Halbmeſſer ab den Kreis tbl, ſo beſtimmt dieſer den Umfang des Getriebes, wenn die Anzahl der Stecken feſtgeſetzet iſt. Bedeutet nämlich δ die Triebſteckendicke, ſo hat man $8:15 = \delta$: Bogen zwiſchen den Mittelpunkten zweyer auf einander folgender Triebſtecken, mithin beträgt dieſer Bogen $= \frac{15}{8}\delta$, und die ganze Peripherie des Getriebes durch die Mittelpunkte der Stecken $= \frac{15}{8}\delta . n$, wenn durch n die Anzahl der Triebſtecken angezeiget

wird,

*) De rotarum dentibus; in comment. ſoc. reg. ſcienc. Gott. ad ann. 1781. 1782. Pinnarum, quibus pila tundentia eleuantur, conſideratio geometrica; in comment. nov. ad ann. 1771.

β) Theatrum machin. generale. §. 85. Tab. 14. 15.

γ) Mühlenſchauplatz. Cap. VII. §. 15.

wird, und der Durchmeſſer des Getriebes $= \frac{15}{8} \cdot \frac{1}{\pi} n . \delta$. Beſchreibet man ferner mit dem Halbmeſſer c b den Bogen x b f, welcher den Bogen t b l in dem Punkte b berühret, ſo wird dieſe Peripherie der **Theilriß** für das Rad genannt. Wenn nun b f die halbe Triebſteckendicke iſt, ſo iſt c f die Grenze, welche der Halbmeſſer der äußerſten Peripherie der Felgen des Rades nicht überſchreiten kann. Geſetzt, es ſey c o dieſer Halbmeſſer, ſo iſt die mit c o beſchriebene Peripherie m o q die Peripherie der Felgen, worauf die Zähne geſetzet werden. Wenn nun das Getriebe m Mahl umlaufen ſoll, indem das Rad ein Mahl umläuft, ſo wird die Peripherie des Theilriſſes für das Rad $= \frac{15}{8} m . n . \delta$, und der Halbmeſſer $= \frac{15}{8} \cdot \frac{1}{\pi} \cdot m . n . \delta$ ſeyn.

Andere Schriftſteller ſchreiben noch andere Eintheilungen vor. So hat **Belidor** *) durch folgende Regel beſtätiget gefunden, die Dicke der Triebſtecken müſſe ſich zur Dicke der Zähne verhalten wie $8 : 6\frac{1}{2}$, daher wird die Dicke des Zahnes $= \frac{6\frac{1}{2}}{8} . \delta$, und die Zwiſchenweite $= \frac{8\frac{1}{2}}{8} . \delta$.

Zur Erhebung großer Laſten iſt das zuſammengeſetzte Räderwerk nicht wohl zu gebrauchen, theils weil es zu koſtbar iſt, theils auch, weil bey der wirklichen Bewegung der Maſchine die ganze Laſt auf einem einzigen Zahne und Stecken ruhet, und dieſe daher viel auszuſtehen haben. Indeſſen findet man beym **Leupold** und andern praktiſchen Schriftſtellern manche Hebezeuge, Krahne u. dergl. mit Räderwerk. Eine bekannte Maſchine dieſer Art iſt die ſo genannte Fuhrmannswinde. Es wird nämlich mittelſt einer Kurbel ein Getriebe in Umlauf gebracht, welches in eine gezahnte Stange eingreift, ſelbige erhebt, und hiermit die Axe eines Wagenrades, unter welche die Winde geſtemmt iſt, in die

*) Architect. hydraul. B. I. Cap. II. §. 318.

Höhe bringt. Hierbey iſt es nun eben ſo viel, als ob die Laſt am Umfange des Rades, welches in die gezahnte Stange eingreift, angebracht wäre; folglich wird die an der Kurbel arbeitende Kraft in dem Verhältniſſe verſtärkt, in welchem ſich der Halbmeſſer des gezahnten Rades und die Länge der Kurbel befindet. Wäre z. B. die Länge der Kurbel 6 Mahl größer, als der Halbmeſſer des gezahnten Rades, ſo würde auch eine Kraft von 1 Centner eine Laſt von 6 Centnern erhalten können. Auf eben dieſe Art verhält es ſich auch mit den Kreuzwinden, durch welche die Stempelſtangen der Luftpumpen aus- und eingewunden werden. Bey der doppelten Winde der Fuhrleute greift das erſte Getriebe in ein Rad ein, an deſſen Axe ein zweytes Getriebe befindlich iſt, das erſt in die gezahnte Stange eingreift. Hier iſt alſo wirklich eine Zuſammenſetzung der Räder vorhanden, wodurch die Kraft anſehnlich verſtärket wird.

Bey einer Menge anderer Maſchinen und beſonders bey allen Mühlwerken und Uhrwerken wird das zuſammengeſetzte Räderwerk zu der Abſicht gebraucht, um Bewegungen mit beträchtlicher Geſchwindigkeit hervorzubringen. In dieſen Fällen wird die Kraft ſo angebracht, daß ſie eine Welle in Umlauf bringt, deren Rad in ein Getriebe eingreift u. ſ. f. Auf ſolche Art wird bey den Mühlen durchs Waſſer oder vermittelſt einer andern Kraft die Mühlwelle umgetrieben, an welcher das Kammrad ſich befindet, welches in einen Trilling eingreift, an deſſen Axe der Mühlſtein befeſtiget iſt, und dadurch in einen ſchnellen Umlauf gebracht wird. Eben ſo wird vermittelſt des Getriebes die Welle des Minutenrades umgedrehet, welches z. B. 60 Zähne beſitzet, und in ein Getriebe von 6 Stecken eingreift, womit zugleich das Mittelrad von 36 Zähnen umgetrieben wird, welches wieder in ein Getriebe von 6 Stecken eingreift, und hiermit das Kammrad von 32 Zähnen in Umlauf bringt. Dieſes Kammrad greift in ein Getriebe von 16 Stecken ein, an deſſen Axe das Steigrad von 15 Zähnen ſteckt. Vermöge dieſer Einrichtung läuft alſo das Minutenrad ein Mahl herum, indem

das Steigrad, als das ſchnellſte, $\frac{60}{6} \cdot \frac{36}{6} \cdot \frac{32}{16} = 120$ Mahl umläuft. Iſt nun das Pendel ſo angebracht, daß nur alle 2 Sekunden ein Zahn des Steigrades fortgelaſſen wird, ſo iſt die Dauer des ganzen Umlaufs dieſes Rades gerade 30 Sekunden oder eine halbe Minute; mithin verrichtet es ſeine 120 Umläufe in 60 Minuten oder in einer Stunde. Es wird ſich alſo die Welle des Minutenrades gerade in einer Stunde umdrehen, und in eben der Zeit den an ihr ſteckenden Minutenzeiger auf dem Zifferblatt ein Mahl herumführen. Bey den Taſchenuhren, welche durch Federn getrieben werden, wird die Schnecke vermittelſt der Feder durch die an ihrem Gehäuſe befindliche Uhrkette umgedrehet, deren Rad, das Schneckenrad, mit 48 Zähnen in das Getriebe von 8 Stecken des Minutenrades eingreift. Es läuft alſo das Minutenrad $\frac{48}{8} = 6$ Mahl um, indem die Schnecke ein Mahl umläuft. Das Minutenrad greift wieder z. B. mit 72 Zähnen in ein Getriebe von 8 Stecken, und treibt dadurch das Mittelrad von 48 Zähnen um, welches abermahls in ein Getriebe von 6 Stecken eingreift, und dadurch das Kammrad von 48 Zähnen fortbeweget. Dieſes greift endlich in das Getriebe mit 6 Stecken des Steigrades von 15 ſchrägen Zähnen. Dieſer Einrichtung zufolge läuft das Minutenrad ein Mahl um, indem das Steigrad $\frac{72}{8} \cdot \frac{48}{6} \cdot \frac{48}{6} = 576$ Mahl umläuft. Der Umlauf des Steigrades wird durch die Unruhe mit der Spiralfeder ſo regulirt, daß ein jeder Zahn dieſes Rades bey ſeinem Umlaufe zwey Mahl an die Lappen der immer hin und her gewendeten Lappenſpindel ſtößt, und dadurch ein wenig Aufenthalt leidet, bis durch die Zurückwendung der Spindel der Lappen aus dem Wege gebracht wird. Da nun dieß Rad 15 Zähne beſitzet, und ein jeder zwey Mahl aufgehalten wird, ſo werden 30 Spindel-

Spindelſtreiche oder Schläge der Unruhe erfordert, um das Steigrad ein Mahl, und 30.576 = 17280 Streiche, um es 576 Mahl umlaufen zu laſſen, in welcher Zeit das Minutenrad ein Mahl umläuft. Der ſchwingende Theil der Spiralfeder kann nun durch Drehung einer Stellſcheibe ſo weit verlängert oder verkürzet werden, als erforderlich iſt, um die Unruhe dieſe 17280 Streiche genau in der Zeit von einer Stunde vollenden zu laſſen, wodurch alsdann auch erhalten wird, daß ſich das Minutenrad ebenfalls genau in der Zeit von einer Stunde umdreht und hiermit zugleich in eben der Zeit den Minutenzeiger auf dem Zifferblatte ein Mahl herumführet.

Anweiſungen zu Verfertigung ſolcher Räderwerke, welche Bewegungen von beſtimmter Geſchwindigkeit hervorbringen, wie z. B. Planetenmaſchinen, findet man in der Schriſt: **Fr. David a St. Cajetano** neues Rädergebäude, Wien 1791. 8.

Auch gibt es Räder, welche durch eine um ihre Peripherie geführte Schnur, welche in ſolcher Abſicht eine Vertiefung haben muß, einander in Bewegung ſetzen, und welche **Seilräder** genannt werden. Beyde Enden der Schnur müſſen gehörig zuſammengefüget ſeyn, und ſie heißt alsdann eine **Schnur ohne Ende** (corde ſans fin).

M. ſ. **Karſten** Anfangsgründe der mathematiſchen Wiſſenſchaften B. II. Greifsw. 1780. Stat. §. 121 u. ſ. Maſchinenlehre §. 11 u. ſ.

Rauch (fumus, fumée) iſt dasjenige, was bey ſehr ſtarker Erhitzung oder beym wirklichen Brennen verbrennlicher Körper in ſichtbarer Geſtalt in der atmoſphäriſchen Luft in die Höhe ſteigt, ohne doch zu glühen oder zu brennen. Sobald der Rauch ſelbſt zu glühen anfängt, ſo bildet ſich die Flamme. Von den meiſten verbrennlichen Körpern ſteiget Rauch und Flamme zugleich auf, und man ſieht den Rauch da, wo die Flamme aufhöret. An der Grenze der Flamme iſt er noch ſehr heiß, und läßt ſich bey Annäherung einer andern Flamme ſehr leicht entzünden; er wird aber beym

Aufſteigen in der Luft bald kälter. Ferner gibt es viel andere brennbare Körper, als z. B. Holz, beſonders naſſes, Dachte ausgelöſchter Lichter u. dergl., welche bey einer ſtarken Erhitzung bloß dampfen oder nur Rauch ausſenden, welcher aber bey Annäherung einer Flamme ſehr lebhaft in Feuer ausbricht. Endlich findet auch Flamme ohne wirklichen Rauch Statt, welche die reinſte und heißeſte unter allen iſt. M. ſ. **Flamme.**

Dieſe Erſcheinungen zeigen, daß Rauch und Flamme ſehr nahe mit einander verwandt, aber doch weſentlich von einander verſchieden ſind. Denn die Flamme ſetzt alle Mahl Rauch voraus, welche die Wärme oder eine andere Urſache aus dem brennenden Körper treibet, es mag nun der Rauch brennbare Luft ſeyn, oder aus brennbaren Theilen des Körpers beſtehen. Je lebhafter aber die Flamme und Hitze des brennenden Körpers iſt, deſto weniger entſtehet Rauch, wie bey der argandiſchen Lampe, in welchem Falle der Körper in einem hohen Grade zerſetzet wird. Je unvollkommener hingegen die Verbindung eines Körpers von Statten gehet, deſto mehr ſendet er Rauch aus. Es rührt daher der Rauch von einer nicht gänzlich vollendeten Zerſetzung des brennenden Körpers her. Nach dem neuern Syſteme findet dieß Statt, ſo lange das Sauerſtoffgas den Rauch nicht mit Wärme und Licht zugleich auflöſet.

Es enthält der Rauch größtentheils die flüchtigen Theile des verbrennenden Körpers, welche oft mit ſehr vielen andern groben Theilchen desſelben, oft aber auch mit Waſſerdampf vermiſcht und verunreiniget ſind. Er beſteht daher aus erdigen, öligen, wäſſerigen und ſalzigen Stoffen, welche in Dampfgeſtalt durch die Einwirkung des Feuers fortgetrieben und entweder mit der atmoſphäriſchen Luft vermiſcht werden, oder an kalte Körper, welche im Wege ſind, anleget, und ſo den **Ruß** bildet. M. ſ. **Ruß.**

Es gibt Körper, beſonders flüſſige, welche bey gewiſſen ſtarken Wärmegraden an der Luft ohne Zerſetzung in Dampfgeſtalt fortgehen. Dieſe ſichtbaren Dämpfe nennt man im

gemei-

gemeinen Leben auch Rauch, ob ſie eigentlich wohl nichts ſind, als durch die Wärme fein zertheilte Theilchen des Körpers ſelbſt. So ſagt man, kochendes Waſſer und heiße Speiſen rauchen. Auch nennt man den zerſetzten Waſſerdampf, welcher ſich in die Luft erhoben und in kalten Luftſchichten nach der Zerſetzung ſichtbar geworden iſt, **Rauch** oder **Nebel**. M. ſ. **Nebel**.

Der Rauch ſteigt in der untern Luft auf, weil er durch die Wärme eine geringere ſpecifiſche Schwere erhalten hat, als die untere Luft beſitzet. Dieſes Steigen des Rauchs dauert ſo lange, bis er in eine obere Luftſchicht kömmt, welche ſpecifiſch eben ſo ſchwer, als er iſt; alsdann ſieht man ihn nach einer horizontalen Richtung fortziehen. Weil ſich aber die Dichtigkeit der Atmoſphäre bey uns oft und ſehr merklich ändert, ſo kann es auch kommen, daß der Rauch nicht in die Höhe ſteigt, ſondern vielmehr niederfällt. Dieß letztere erfolget beſonders in ſehr verdünnter Luft, wie z. B. auf ſehr hohen Bergen, und beſonders in der unter einer Glocke der Luftpumpe verdünnten Luft. Der Rauch des Aetna fällt jederzeit von der Spitze des Berges bis auf eine gewiſſe Tiefe herab, zieht alsdann wagrecht fort, und bildet auf dieſe Weiſe eine Wolke.

Der Rauch, welcher beſonders bey den gewöhnlichen Lampen entſteht, wird oft durch die Kohlenſäure zurückgehalten, welche dadurch ſichtbar wird. M. ſ. **Gas, mephitiſches**. Da nun hierdurch die Miſchung des Rauchs mit der Kohlenſäure etwas ſpecifiſch ſchwerer, als die atmoſphäriſche Luft, wird, ſo ſinkt ſie in letzterer nieder. Auf dieſe Weiſe läßt ſich Rauch aus einem Gefäße in ein anderes gießen, und wenn ſie voll ſind, laufen ſie über, wobey der Rauch an ihren Wänden herabzufließen ſcheinet.

Rauh (aſper, apre, inégal, raboteux). Man nennt einen feſten Körper rauh, wenn an der Oberfläche deſſelben Erhöhungen und Vertiefungen merklich ſich befinden. Alle feſte Körper ſind eigentlich rauh; denn ſelbſt ſolche Körper, welche durch Kunſt polirt und geſchliffen ſind, beſitzen noch

auf

auf ihrer Oberfläche eine Menge von Erhabenheiten und Vertiefungen, welche beſonders durchs Mikroſkop wahrzunehmen ſind. Wir können daher wohl die Rauhigkeit der feſten Körper anſehnlich vermindern, aber nie ganz aufheben; denn alle feſte Körper ſind porös; wenn daher dergleichen Körper geſchliffen und poliret werden, ſo ſtellen die Zwiſchenräume jederzeit die auf der Oberfläche vertieften Stellen vor, die Theile des Körpers ſelbſt aber die Erhöhungen. Im gemeinen Leben nennt man auch diejenigen feſten Körper, deren Rauhigkeit gering iſt, **glatte Körper.** Bey allen flüſſigen Körpern hingegen findet man auch durch die beſten Vergrößerungsgläſer keine Erhöhungen und Vertiefungen auf ihrer Oberfläche, mithin können auch ſolche Körper nicht rauh genannt werden; demnach ſind alle flüſſige Körper natürlich glatte Körper, obgleich auch hier die Atomiſtiker annehmen, daß Zwiſchenräume mit Theilen der flüſſigen Materie abwechſeln, und auf ſolche Art rauh genannt werden müßten; allein ſie können dieß auf keine Weiſe durch irgend eine Erfahrung beweiſen.

Die Rauhigkeit der Körper verurſachet, daß zwey Körper, welche an einander hin verſchoben werden ſollen, hierzu eine größere Kraft erfordern, als wenn ſie vollkommen glatt wären; denn es greifen die Erhöhungen des einen Körpers in die Vertiefungen des andern, und ſetzen dadurch dem Verſchieben ein Hinderniß entgegen. Hingegen lehret die Erfahrung, daß zum Fortſchieben eines auf flüſſigen Körpern ſchwimmenden feſten Körpers gewöhnlich eine weit geringere Kraft erfordert werde. M. ſ. **Reiben.**

Raum (ſpatium, eſpace). Mit dieſem Worte bezeichnet man die Vorſtellung der Ausdehnung der körperlichen Dinge. M. ſ. **Ausdehnung.** Denn mit der Vorſtellung irgend eines Körperlichen iſt auch nothwendig die Vorſtellung der Ausdehnung mithin des Raumes unzertrennlich verbunden. Wäre gar nichts Körperliches vorhanden, ſo wäre auch gar kein Raum gedenkbar. Es iſt daher der Raum eigentlich an ſich nichts, ſondern nur, mit **Kant** zu

reden,

reden, die Form der äußern Anſchauung. Der Raum ohne Materie erfüllt als ſtetige Größe gedacht, oder Ausdehnung in die Länge, Breite und Dicke iſt ein Gegenſtand der Geometrie.

Körper, welche als zugleich coexiſtirend gedacht werden, und außerhalb einander ſich befinden, geben die Begriffe von der Entfernung und Lage derſelben unter einander, welches ohne die Vorſtellung des Raums gar nicht gedenkbar wäre.

Ob es aber einen wirklich zerſtreuet leeren Raum in der Körperwelt gebe, davon iſt bereits unter dem Artikel, **Leere**, geredet worden.

Der Raum, welchen ein wirklicher Körper von beſtimmter Größe einnimmt, wird der **Umfang** oder das **Volumen** des Körpers genannt. M. ſ. **Volumen.**

Auch verſteht man noch in der Lehre der Bewegung unter dem Worte **Raum** die Länge des von einem Punkte zurückgelegten Weges. M. ſ. **Bewegung.**

Raum, leerer, luftleerer, ſ. **Leere.**

Raupenſäure (acidum bombicum, acide bombique). Dieſe iſt eine eigene in dem Seidenwurme, beſonders im Zuſtande als Puppe, enthaltene Säure von einem ſtechenden Geſchmack und einer bernſteingelben Farbe, deren Natur und Verhalten zu andern Körpern aber noch nicht genug unterſuchet iſt. **Chanſſier** *) ſchied dieſe Säure aus der Puppe des Seidenwurmes dadurch, daß er den durch die Leinwand gepreßten Saft der Puppe mit Alkohol fällte, wodurch der ſchleimige Theil ſich niederſchlug, oder auch die zerdruckten Puppen mit Alkohol digerirte. Zu gleicher Zeit ſchied ſich hierbey ein fettes, orangegelbes Oel und etwas Kleber ab. Durch gelindes Abdampfen des Weingeiſtes blieb die darin aufgelöſte Säure zurück, welche noch Ammoniak enthielt.

Auch

*) Ueber die Säure der Seidenraupen, aus den nouv. mémoir. de l'Acad. de Dijon ſec. ſem. 1783. 8. S. 70 f.; überſ. in Crells chemiſch. Annal. 1788. B. II. S. 516 f.

Auch bey andern Inſekten hat man noch eine freye Säure entdeckt. So fand **Dehne** *) dergleichen in den Maywürmern (meloë proſcarabaeus und maialis), und in dem aus ihren Gelenken quellenden Safte mit etwas Ammoniak verbunden; **Chauſſier** in den Heuſchrecken, Johanniswürmern und einigen andern Inſekten; **Fourcroy** β) in den Stinkkäfern (bupreſtis) und Raubkäfern (ſtaphylinus).

Herr **Gren** vermuthet, daß dieſe Säure, wie andere Säuren aus organiſchen Körpern, eine zuſammengeſetzte Grundlage habe.

M. ſ. **Gren** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. II. Halle 1794. 8. §. 1619. 1620. Deſſ. Grundr. d. Chemie. Th. II. Halle 1797. 8. §. 950. **Girtanner** Anfangsgr. der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berl. 1795. 8. S. 334.

Rautenglas, ſ. **Polyeder**.

Reaction, ſ. **Gegenwirkung**.

Reaumüriſches Thermometer, ſ. **Thermometer**.

Rechtläufig (directus, direct). So wird die Bewegung eines Planeten oder Kometen, oder auch der Planet oder Komet ſelbſt genannt, wenn er in ſeinem ſcheinbaren Laufe durch die Fixſterne der Ordnung der himmliſchen Zeichen folget. M. ſ. **Folge der Zeichen**. Aus der Sonne *betrachtet* ſind die Umlaufsbewegungen und Umdrehungen aller Planeten jederzeit rechtläufig. Allein unter den Kometen gibt es einige, deren Bewegung wirklich nach der entgegengeſetzten Richtung erfolget. M. ſ. **Rückläufig**.

Recipienten (vaſa recipientia, excipula, recipiens) heißen überhaupt diejenigen Gefäße, welche entweder zur Aufnahme flüſſiger Materien beſtimmt ſind, die man ſowohl aufſammeln, als auch durch irgend eine andere Bearbeitung verän-

*) Erfahrungen und chemiſche Verſuche mit den Maywürmern; in Crells Auswahl der neueſt. Entdeckung. Th. IV. S. 166 f. Verſuche mit den Maywürmern; in Crells Beyträg. zu den chem. Annalen. B. II. S. 445 f.

β) Elem. de chimie. 4. ed. T. IV. p. 474.

verändern will, oder in welche man mit Ausſchluß der äußern Luft allerhand Verrichtungen mit Körpern vornehmen, und ihr Verhalten unter gewiſſen Umſtänden erforſchen will.

So gebrauchet man bey der Luftpumpe gläſerne Recipienten, unter welchen die Luft verdünnt oder verdichtet werden kann. Dieſe haben gewöhnlich die Form von einem Cylinder, welcher am obern Theile halbkugelförmig zuläuft, damit ſie wegen der Wölbung von dem Drucke der Atmoſphäre nicht zerſprengt werden können, welches bey platten Flächen bey geringer Verdünnung der Luft erfolgen würde. Wegen dieſer Geſtalt haben ſie auch den Nahmen der **Glocken** erhalten. Ihr unterer Rand muß genau abgeſchliffen ſeyn, damit ſie an den Teller der Luftpumpe feſt anſchließen. Um nun mit denjenigen Körpern, welche unter die Glocken gebracht werden ſollen, die zur Abſicht erforderlichen Behandlungen vornehmen zu können, müſſen dieſe Glocken verſchiedene Einrichtungen haben. Hiervon ſ. m. den Artikel **Luftpumpe.**

Bey chemiſchen Operationen haben die Recipienten, welche beſonders **Vorlagen** genannt werden, nach der Abſicht verſchiedene Geſtalten. Dieſe werden an den Hals oder Schnabel des Deſtillirgeräthes angefüget, um darin die Produkte der Deſtillation aufzufangen. M. ſ. **Deſtillation.** Sie müſſen nach Beſchaffenheit des Produktes theils von Glaſe, theils von Töpferzeuge, theils von Porzellan, theils von Metallen u. ſ. f. ſeyn.

Auch bey dem pnevmatiſch-chemiſchen Apparate heißen diejenigen Gefäße, in welchen die aus andern Körpern entwickelten Luftarten geſammelt werden, Recipienten. Gewöhnlich haben dieſe die Form der Cylinder. M. ſ. **Pnevmatiſch-chemiſcher Apparat.**

Reciprocation der Pendel (reciprocatio penduli, reciprocation du pendule). Soll nach der Behauptung einiger Naturforſcher eine kleine Bewegung ſeyn, welche ſich an einem langen, ſonſt ruhenden, Pendel aus der Urſache

zeiget,

zeiget, weil die Stelle des Schwerpunktes der Erde, folglich auch die Richtung der Schwere veränderlich iſt.

Vermöge der Theorie der Ebbe und Fluth läßt es ſich leicht überſehen, daß diejenigen Urſachen, welche die Ebbe und Fluth bewirken, die Lage der Oberfläche der Waſſer und die darauf gerichtete Vertikallinie oder Richtung des Falles der Körper ein wenig ändern müſſen. Hierbey kömmt es nun aber darauf an, ob dieſe äußerſt geringe Veränderung bey irgend einem Bleylothe oder Pendel merklich ſeyn könne. Im ſiebenzehnten Jahrhunderte wollte ein Freund von Gaſſendi, Nahmens **Coligno de Peitins**, an einem Pendel von 30 Fuß Länge eine ſolche mit dem Gange der Ebbe und Fluth übereinſtimmige Bewegung bemerket haben, womit das Pendel von 6 zu 6 Stunden etwas weiter nordwärts, und wieder zurückginge. Dieſe Bewegung wurde von **Gaſſendi Reciprocation** genannt, weil ſelbſt die Ebbe und Fluth reciprocatio maris heißt. Die Geſchichte dieſer Verſuche und die darüber geführten Streitigkeiten findet man in den Schriften der Pariſer Akademie erzählt [a]); endlich iſt von **Bouguer** [b]) durch ſehr ſorgfältige Verſuche gefunden worden, daß die kaum merklichen Aenderungen, welche man etwa in der Richtung ſehr langer Pendeln wahrnimmt, nichts regelmäßiges und periodiſches zeigen, und folglich allein von bloß zufälligen und lokalen Urſachen herrühren, nie aber einen beſtimmten Einfluß auf die Beobachtungen haben können.

Rectification, Rectificirung (rectificatio, rectification) heißt die Befreyung einiger flüſſigen Materien durch einen angemeſſenen Feuergrad von fremdartigen Theilen, welche bey der erſtern Deſtillation mit übergingen.

Wenn die fremdartigen Theile, von welchen die flüſſige Materie befreyet werden ſoll, flüchtiger ſind, als die zu befreyende Materie, ſo gehen die fremdartigen Theile in die Vorlage über, und die rectificirte Materie bleibt in den Deſtillirge-

a) Hiſtoir. de l'Academ. royal 1742.
b) Sur la direction, qu' affectent les fils-à-plomb; in mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1754. p. 250 ſq.

ſtillirgefäßen zurück. Wenn das übergegangene mehr wäſſerichte Theile ſind, so nennt man auch die Operation die **Dephlegmirung, Concentrirung, Entwäſſerung.**

Iſt hingegen diejenige flüſſige Materie, welche man rein verlanget, flüchtiger, als die damit verbundenen fremdartigen Theile, welche folglich bey der Deſtillation in den Deſtillirgefäßen zurückbleiben, ſo heißt dieſe Operation eine eigene **Rectification.** Von dieſer Beſchaffenheit iſt die Rectificirung der weſentlichen Oele und des Weingeiſtes.

Solche flüſſige Materien, welche eine Weingährung erleiden, geben nach dieſer vollendeten Gährung durch die Deſtillation den **Weingeiſt** (vinum aduſtum, eau de vie), welcher aber noch viele wäſſerichte Theile enthält, und daher noch nicht rectificirter Weingeiſt genannt werden kann. Unterwirſt man aber dieſen gewonnenen Weingeiſt einer nochmahligen Deſtillation bey ganz gelindem Feuer, ſo wird beſonders der zuerſt übergegangene Weingeiſt weit weniger wäſſerichte Theile enthalten, und daher ſchon rectificirter Weingeiſt genannt werden können. Will man jedoch einen ſo viel möglich recht guten rectificirten Weingeiſt gewinnen, ſo muß die Deſtillation des gewöhnlichen Branntweins im Großen unternommen werden, um eine hinlängliche Menge bey einem ſehr geringen Feuergrade, ehe ſich noch die wäſſerichten Theile erheben können, in der Vorlage als rectificirten Weingeiſt zu erhalten. Nach **Baumé's** Vorſchrift gewinnt man mit 300 Pinten Branntwein 12 bis 15 Pinten rectificirten Weingeiſt.

M. ſ. **Macquer** chymiſches Wörterbuch. Artik. **Rectificiren.**

Reduction (reductio, reduction). Bey vielen Beobachtungen erhält man Reſultate, welche von gewiſſen dabey vorfallenden Umſtänden abhangen, und folglich ganz anders ausfallen müſſen, wenn dieſe Umſtände ſich ändern, und eben die Beſtimmungen der Reſultate, welche unter dieſen oder jenen Umſtänden erfolgen müßten, nennt man die **Reduction** derſelben auf dieſe Umſtände.

Auf

Auf ſolche Art waren die Längen und Breiten der Fixſterne in **Hipparchs** Sternverzeichniſſe aus alten 150 Jahr vor Chriſti Geburt gemachten Beobachtungen beſtimmt. Weil durch das Vorrücken der Nachtgleichen die Längen der Geſtirne geändert werden, ſo reducirte **Ptolemäus** die Angaben auf das, was ſie im Jahre 137 nach Chr. G. ſeyn mußten, und die Araber reducirten ſie weiter auf das, was ſie vor 880 nach Chr. G. ſeyn mußten. Alles dieß waren alſo Reductionen des alten Verzeichniſſes auf andere Jahre. M. ſ. **Fixſternverzeichniſſe.**

Eben ſo kann bey einerley Druck der Atmoſphäre, aber bey verſchiedenem Wärmegrade das Barometer nicht einerley Höhe zeigen. Wenn man daher bey einer gewiſſen Temperatur die Barometerhöhe beobachtet hätte, ſo würde auch dieſe bey eben demſelben Druck der Atmoſphäre, aber bey einem andern Wärmegrade anders ausfallen. Die Verwandlung der beobachteten Barometerhöhe in die andere bey veränderrem Wärmegrade würde alsdann die Reduction derſelben auf die andere Temperatur ſeyn. Belehrungen hiervon findet man unter dem Artikel **Barometer.**

Wenn man mehrere Beſtimmungen, welche aus verſchiedenen Beobachtungen unter veränderten Umſtänden ſind abgeleitet worden, mit einander zu vergleichen hat, ſo müſſen dieſe alle zuvor auf einerley Umſtände reduciret werden, weil man ſonſt Größen mit einander vergleichen würde, die ſich nicht auf einerley Einheiten bezögen. Hierbey iſt es am rathſamſten, eine gewiſſe Beſchaffenheit der Umſtände, als allgemeine Norm, anzunehmen, und alle unter verſchiedenen Umſtänden gemachte Beobachtungen auf die allgemeine Norm zu reduciren. So hat z. B. **de Lüc** zur Normaltemperatur $16\frac{3}{4}$ reaumüriſche Grad angenommen, und hierauf alle Barometerbeobachtungen reducirt. M. ſ. **Normaltemperatur.**

Reduction der Metallkalke, Wiederherſtellung der Metalle aus ihren Kalken (reductio, reduction) heißt in der Chemie diejenige Operation, durch welche man

 die

die metalliſchen Kalke und Gläſer wieder in reguliniſches Metall verwandelt. M. ſ. **Metalle, Kalke, metalliſche.**

Die Wiederherſtellung der Kalke und Gläſer aller unedlen Metalle erfordert jederzeit den Zuſatz von einer brennbaren Materie, z. B. von Kohle, oder von ſolchen Dingen, welche eine Kohle zu liefern im Stande ſind, als Kohlenſtaub, Fett, Talg, Seife, Oel, Pech, Harz, ſchwarzer Fluß u. ſ. f. Solche brennbare Subſtanzen, welche entweder ſelbſt, oder deren Produkte das entſtehende Metall etwa aufzulöſen vermögend ſind, wie z. B. Schwefel und Schwefelleber, ſchicken ſich hierzu nicht.

Die metalliſchen Kalke verlieren bey der Reduction die Zunahme des abſoluten Gewichtes, welche die Kalke und metalliſchen Gläſer hatten, und das wiederhergeſtellte Metall hat alle Eigenſchaften wieder erlangt, welche es zum reguliniſchen Metall machen, als Glanz, Dehnbarkeit, Mangel der Verwandtſchaft mit Erden im Fluſſe u. ſ. w.

Die Reduction der Metallkalke und Gläſer erfolget um deſto ſchwerer, je ſtrengflüſſiger ſie ſind, oder je weiter ihre Verkalkung getrieben worden iſt. Bey denjenigen Metallen, welche flüchtig ſind, geſchiehet die Reduction am beſten in verſchloſſenen Gefäßen durch eine Art von Sublimation.

Damit die Reduction der Metallkalke und der Gläſer gut von Statten gehe, ſo iſt nöthig: 1. daß man den Zutritt der äußern Luft zu dem zu reducirenden Metalle ſorgfältig abhalte, damit es nach und bey der Reduction nicht von neuem verkalket werde, und alſo die Operation zum Theil vergeblich ſey; 2. daß man die zu reducirenden Kalke oder Gläſer der Metalle mit der zureichenden Menge von brennbaren Dingen verſetze, und genau damit vermenge; 3. die Schmelzung und Scheidung des Metalls von den Schlacken durch den Zuſatz ſolcher Materien befördern, die als Flüſſe wirken, z. B. feuerbeſtändige Alkalien, Borax, damit das wiederhergeſtellte ſchwerere Metall ſich deſto leichter aus der dünnflüſſigen Schlacke zu Boden ſetze; 4. Anfangs nur ein mäßiges Feuer gebe, um das gar zu ſtarke Aufſchwellen zu vermei-

vermeiden, es aber auch hernach ſo weit verſtärken, daß nicht nur das Metall, ſondern auch die Schlacken in einen dünnen Fluß kommen.

Die Kalke der edlen Metalle haben vor den der unedlen das eigene, daß zu ihrer Wiederherſtellung kein Zuſatz einer verbrennlichen Materie nöthig iſt, ſondern daß ſie beym Schmelzen im Glühefeuer für ſich aus dem kalkförmigen in den reguliniſchen Zuſtand übergehen. In dieſer merkwürdigen Eigenſchaft kommt auch das Queckſilber mit den edlen Metallen überein. Es läßt ſich durch anhaltende Erhitzung unter dem Zutritt der reſpirabeln Luft in einen rothen Kalk verwandeln, und iſt alſo hierin den unedlen Metallen ähnlich; aber dieſer Kalk wird durch bloßes Glühen für ſich allein wieder zum reguliniſchen Queckſilber.

Wie die Reduction der Metallkalke und der Gläſer nach dem phlogiſtiſchen und antiphlogiſtiſchen Syſteme erkläret werden, iſt bereits unter dem Artikel, **Metalle**, angeführet worden.

M. ſ. Gren ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. III. Halle 1795. 8. §. 2172 u. ſ.

Reflexion, ſ. **Zurückwerfung**.

Reflexionswinkel, ſ. **Zurückwerfungswinkel**.

Refraktion, ſ. **Brechung**.

Refraktionswinkel, ſ. **Brechungswinkel**.

Regen (pluuia, pluie). Unter dieſem Worte verſteht man, wie bekannt, das Herabfallen des Waſſers in Geſtalt von Tropfen aus den Wolken.

Es iſt ausgemacht, daß alle Dünſte, welche in der Atmoſphäre ſichtbar ſind, d. i. Nebel und Wolken, wirkliches Waſſer in Geſtalt von Dunſtbläschen enthalten. M. ſ. **Wolken**. Es entſtehet alſo der Regen, wenn dieſe Dunſtbläschen aus irgend einer Urſache zerplatzen, damit ſie ſich zu Waſſertropfen von hinlänglicher Größe vereinigen, und ſodann herabfallen können. Nach dem gewöhnlichen Gange der Natur fällt kein Regen anders herab, als aus den Wolken, und zwar iſt der Regen deſto ſtärker, je dicker und

ſchwärzer die Wolken ſind. **Muſſchenbroek** will indeſſen im Sommer bey einer Windſtille und drückenden Hitze beobachtet haben, daß einige Tropfen bey heiterm Himmel herabgefallen ſind.

Man war ſonſt wohl der Meinung, daß der Regen jederzeit als tropfbares Waſſer aus den Wolken herabkomme, wenn dieſe in der atmoſphäriſchen Luft unterhalb der beſtändigen Schneegrenze ſchweben, und die niedrigern Luftſchichten nicht unter dem Eispunkt erkaltet ſind; im entgegengeſetzten Falle aber entſtünden Schnee und Hagel. Allein die Erfahrungen haben unwiderſprechlich gelehret, daß Schnee und Hagel in ſehr niedrigen Luftſchichten, ſelbſt bey großer Wärme der Atmoſphäre, entſtehen können. M. ſ. **Hagel.** Uebrigens kann auch der Schnee in den obern Luftſchichten beym Herabfallen in wärmere Luftſchichten kommen, daſelbſt ſchmelzen und nun in Regen ſich verwandeln, wie Beobachtungen in Menge beweiſen.

Die gewöhnlichen Erſcheinungen, welche bey der Entſtehung des Regens Statt finden, ſind folgende: Vor dem Regen zeigen ſich hier und da ſchwebende Wolken, welche ſich nach und nach vereinigen, und zuletzt als eine völlig zuſammenhängende Wolke den ganzen ſichtbaren Himmel bedecken. Sobald ſich alsdann die Dunſtbläschen, welche die zuſammengetretenen Wolken enthielten, aus irgend einer Urſache in Tropfen von hinlänglicher Schwere verwandeln, ſo fängt es zu regnen an. Je mehr nun dieſe Wolken Waſſer enthielten, deſto größer ſind die Regentropfen und umgekehrt. Indeſſen überziehet ſich der Himmel nicht alle Mahl mit Regenwolken, ſondern es ſchweben nur hier und da einzelne dichte und ſchwarze Wolken von verſchiedener Größe, aus welchen der Regen herabfällt. Dieſer Regen, welcher **Strichregen** genannt wird, hört auf, ſobald entweder die Wolke völlig das Waſſer herabgeſendet hat, oder durch Einwirkung der Sommerwärme wieder in undurchſichtigen Dampf verwandelt, oder auch durch Wind in andere Gegenden getrieben wird. In bergigen Gegenden beſonders werden oft viele

viele Wolken von den Bergen angezogen, bleiben an ihnen vielmahls Tage lang hängen, und werden von ihrem Waſſer durchs Einſaugen nach und nach befreyet. Bey den gewöhnlichen **Landregen**, da der ganze Himmel von einer Wolke beynahe gleichförmig übetzogen iſt, ſallen die Tropfen gewöhnlich von gleicher Größe herab; iſt aber der Himmel nach einer Gegend hin dunkler, als nach der andern, ſo ſind auch die Tropfen, welche von jener Gegend herkommen, größer und häufiger, als in dieſem Falle. In der Regel fängt es überhaupt bey dem Landregen mit kleinen Tropfen zu regnen an, dieſe werden aber nach und nach größer bis zu einem gewiſſen Grade, alsdann hört zuletzt der Regen wieder mit kleinen Tropfen auf.

Oft bilden ſich ſelbſt bey der heiterſten Witterung plötzlich ſtarke und dicke Wolken, welche die größten Tropfen und vielfältig Hagel herabſenden, und auf dieſe Weiſe ganze Fluren überſchwemmen. Ja die Verdichtung ſolcher Wolken iſt oft ſo ſtark, daß das Waſſer in großen Maſſen herabfällt, und große Verheerungen anrichtet. Dergleichen Regen nennt man **Platzregen** (imbres, pluies d'orage), und **Wolkenbrüche** (fracturae nubium, exhydriae). Geſchiehe hingegen die Verdichtung der aufgeſtiegenen Dämpfe allmählig, und dieſe fängt ſich beſonders in den untern Luftgegenden an, und geht langſam nach oben zu fort, ſo bilden ſich ſehr kleine Tropfen, welche langſam herabfallen, und es entſteht ein **Staubregen** (pſecas). M. ſ. **Naß Niedergehen.**

Was die Größe der Regentropfen betrifft, ſo beträgt der Durchmeſſer derſelben ſelten über ¼ rheinl. Zoll; aber näher nach dem Aequator hin ſollen die Regentropſen manchmahl über einen Zoll im Durchmeſſer beſitzen. Wegen des Widerſtandes der Luft, und beſonders auch wegen des Windes, der oft beym Regenwetter ſich einfindet, fallen die Regentropſen, beſonders wenn ſie klein ſind, langſam, und nicht mit beſchleunigter, ſondern mit gleichförmiger Bewegung herab.

Weil im Luftkreiſe manche leichte Subſtanzen theils durch die Wärme, theils auch durch Winde erhoben, und in ſelbigem lange Zeit erhalten werden können, ſo iſt es gar nicht zu verwundern, wenn der Regen bisweilen fremdartige Dinge herabbringt, welche ſelbſt dem herabgefallenen Waſſer eine gewiſſe Farbe geben. So fällt bisweilen mit dem Regen Erde, Staub, Sand, Blumenſtaub von Pflanzen, beſonders von Nadelhölzern, Samen von Pflanzen, Aſche aus den Vulkanen u. dergl. herab. Unfehlbar geſchiehet es auf dieſe Art, daß beſonders ſtarke Gewitter zuweilen ſogar kleine Fröſche von der Erde in die Höhe ziehen, und nicht nur auf derſelben an trockenen Oertern, ſondern auch auf den Dächern der Häuſer zurücklaſſen. Daher iſt es ohne Zweifel gekommen, daß man in dem Alterthume, und in den mittleren abergläubiſchen Zeiten oft wunderbare Arten von Regen erwähnet findet, wobey aber auch manches für eine gewiſſe Art von Regen iſt gehalten worden, was gar nicht aus der Atmoſphäre herabgekommen iſt.

So wird der **Schwefelregen** von **Spangenberg** [α]), und von andern Schriftſtellern, welche **Muſſchenbroek** angeführet hat, häufig angeführet. Im Jahre 1677 fiel nach **Scheuchzer** [β]) ein gelber Regen in ſolcher Menge herab, daß auf dem Zürcherſee und den nahe gelegenen Brunnen ein gelbliches Pulver ſchwamm. Auch beobachtete dieß **Hollmann** [γ]) 1749 in Göttingen, und **Griſchow** in Berlin. Am 19ten Aprill 1761 fiel zu Bourdeaux mit dem Regen ein gelbes Pulver herab, welches den Boden hier und da auf 2 Linien hoch bedeckte; es wurden hiervon Proben an die Akademie nach Paris geſchickt, und die Phyſiker erkannten es einſtimmig für den Blumenſtaub von Tannen, welche um Bourdeaux häufig ſich befinden, und gerade zu dieſer Zeit blüheten.

Auch

α) Mannsfeld. Chronik beym J. 1658.

β) Meteorologia Helvet. p. 14

γ) Commeat. Goetting. Vol. III. p. 59.

Auch werden ſo genannte **Blutregen** von **Homer** [α]), **Cicero** [β]), **Livius** [γ]), **Plinius** [δ]) und andern häufig angeführet. Von einem ſolchen angegebenen Blutregen erzählet **Gaſſendi** [ε]), **Peireſc** habe die rothen Flecken, welche man für Spuren der Regentropfen hält, auch an bedeckten Orten gefunden, und zugleich entdeckt, daß ſie von gewiſſen kleinen rothen Inſekten herrührten, dergleichen auch **Hildebrand** [ζ]) 1711 im Regen gefunden hat. Auch gibt es kleine Schmetterlinge, welche dergleichen rothe Flecken, wenn ſie auskriechen, an den Mauern der Häuſer zurücklaſſen, und in einigen Jahren ſehr häufig ſind. Gleichwohl führet **Bergmann** an, daß am 9ten October 1764 zu Cleve, Utrecht und an mehreren Orten wirklich ein röthlicher Liquor im Regen herabgekommen ſey.

Ferner hat man ſo genannte **Weizen-** und **Kornregen** angeführet, welche nach **Muſſchenbroek's** Meinung durch Taxusſamen und Weſpenlarven, die der Wind umhergeſtreuet habe, ſind veranlaßt worden. Regnet es in Gegenden, wo das kleine Schellkraut (ranunculus ficaria, chelidonium minus) häufig wächſt, ſo entblößt der Regen die feinen Wurzeln deſſelben, und die kleinen umhergeſtreueten Zwiebeln deſſelben können leicht für herabgefallene Körner angeſehen werden. So genannte **Stein-**, **Sand-** und **Aſchenregen** ſind unſtreitig daher abzuleiten, daß dergleichen Materien durch ſtarke Winde in die Atmoſphäre gebracht, und ſelbſt an weit entlegenen Oertern durch den Regen wieder herabgebracht werden. Andere Arten von Regen, als Milch- Fleiſch-Regen u. dergl. ſind wohl nichts weiter, als fabelhafte Erzählungen.

Manche Regen bringen aus der Atmoſphäre ſo viele Elektricität herab, daß ſie leuchten. So ſahe **Bergmann** im

α) Iliad. Rhapſ. λ.
β) De divinat. Lib. II.
γ) Lib XLII. §. 20.
δ) Hiſtor. natural. Lib. II. c. 56.
ε) Vita Peireſcii. Lib. II.
ζ) Acta litter. Svec. an. 1731. p. 23.

im Jahre 1759 im Sept. zwey dergleichen Feuerregen, deren Tropfen auf dem Felde und gegen andere Körper Funken gaben, ſo daß es in dieſen beyden dunkeln Nächten nicht anders ausſah, als ob das ganze Feld mit Feuer überzogen wäre. Er war der Meinung, daß das Taglicht oft ein Hinderniß ſeyn würde, dergleichen Regen für leuchtend zu erkennen.

In Anſehung der Anzahl der Tage, an welchen es regnet, findet eine ſehr große Ungleichheit Statt. **Kraft** α) rechnet in Petersburg jährlich nicht mehr als 40 ſolcher Tage, **Muſſchenbroek** in Leiden 107; **Lambert** zählte in Chur 138 heitere, 113 trübe und 115 Regentage, und **Bergmann** für Abo in Schweden jährlich 146 Regentage. Es gibt Länder, wo es ſehr ſelten regnet, und in den heißen Ländern regnet es gewöhnlich in denjenigen Monathen, wo die Sonne am höchſten ſteht. Ein ziemlich großes Verzeichniß von den Regenzeiten verſchiedener Länder gibt **Muſſchenbroek** β) aus Reiſebeſchreibungen an, woraus erhellet, daß dabey faſt alles von der Lage gegen Meer, Seen, Flüſſe, Gebirge und Waldungen abhange.

Weil das Waſſer, welches durch den Regen herabfällt, mit zu den wohlthätigſten Wirkungen der Natur gehöret, indem dadurch nicht allein die Vegetation befördert, die Luft gereiniget und erfriſcht, ſondern auch Nahrung den Quellen und Flüſſen dadurch gegeben wird; ſo kömmt es vorzüglich auf die Frage an, wie groß die Menge des Waſſers ſey, welche jährlich auf die Oberfläche der Erde herabfalle? Um dieſe Menge des Waſſers beſtimmen zu können, haben die Naturforſcher ein beſonderes Werkzeug erfunden, welches den Nahmen **Regenmaß** erhalten hat. M. ſ. **Regenmaß**. Es wird nämlich hierdurch die Menge ſo beſtimmt, daß man ſie durch die Höhe ausdruckt, in welcher das gefallene Waſſer die Fläche, welche es traf, bedecken würde, wenn es ſich gleichfömig über ſelbige verbreitete. Seit der Mitte des

α) Comment. Acad. Petropol. Vol. IX. p. 348.
β) Introduct. ad philoſoph. natural. Tom. II. §. 2365.

des achtzehnten Jahrhunderts hat man angefangen, Beobachtungen hierüber zu ſammeln, welche gelehret haben, daß in verſchiedenen Ländern auch verſchiedene Mengen Waſſer aus der Atmoſphäre herabfallen. Folgende Angaben, welche de la **Metherie** mittheilet *), ſind die Reſultate der mittleren Mengen mehrerer Beobachtungen:

In Paris beträgt die Menge des gefallenen Regenwaſſers	20	Zoll	2	Linien
In London	21	—	1,8	—
In Briſtol	21	—	4	—
In Lancaſter	42	—	—	—
In Padua	33	—	5	—
In Rom	28	—	6	—
In Neapel	35	—	—	—
In Vicenza	42	—	3	—
In Tolmezzo im venetianiſchen Friaul und auf den Alpen	82	—	8	—
In Udine im venetianiſchen Friaul	71	—	1	—
In Garfagnana	92	—	8	—
In Bologna	24	—	—	—
In Algier, nach Shaw	27	—	6	—
In Bern	39	—	10	—
In Utrecht	27	—	2	—
In Franecker in Frießland	28	—	6	—
In Grenada	105	—	—	—
In Tivoli (auf St. Domigno)	100	—	—	—
In Leogana (auf St. Domigno)	50	—	—	—
Auf dem Cap von St. Domigno	132	—	—	—
In St. Lucie	42	—	—	—
In Upſal	14	—	5	—
In Abo	24	—	3	—

Hieraus ſieht man, daß die Verſchiedenheiten in Anſehung des gefallenen Regens außerordentlich groß ſind. So fallen z. B. in Garfagnana, auf den friauliſchen Alpen in einem Jahre gegen 100 Zoll Regenwaſſer, indeſſen in einigen

*) Theorie der Erde; a. d. Franz. Th. II. S. 271 f.

gen andern Gegenden von Italien, wie in Bologna, nur ungefähr 24 Zoll fallen; dieſe große Verſchiedenheit rühret vermuthlich daher, weil die Alpen die Wolken aufhalten, und ſie, ſo zu ſagen, nöthigen, ihr Waſſer fahren zu laſſen, welches mannichmahl in einer Zeit von 3 Tagen zu einer Höhe von 24 Zollen anwächſt. Die mittlere Menge des Regens beträgt längs dem adriatiſchen Meerbuſen 26 Zoll, in ganz Italien aber 42 Zoll. Die mittlere Menge des Regenwaſſers, das auf ſehr hohen Bergen fällt, und Gelegenheit gibt, daß große Flüſſe austreten, und große Ueberſchwemmungen verurſachen, muß außerordentlich groß ſeyn, und wirklich überſteigt die Menge, welche auf den Bergen Abyſſiniens, auf den Cordilieren, auf dem Gebirge Gates u. ſ. f. fällt, noch die Menge, welche in Friaul aus der Atmoſphäre herabkömmt; in St. Domigno beträgt die Menge des gefallenen Waſſers auf 1 0 bis 140 Zoll.

In den ebenen Gegenden der heißen Länder fällt ſehr wenig Waſſer aus der Atmoſphäre herab, und es gibt ſogar Länder, unter welche Aegypten und Perſien gehören, in welchen es faſt nie regnet; indeſſen fällt in ſolchen Ländern außerordentlich viel Thau, welcher oft das Erdreich ſehr anfeuchtet; ſo iſt zuweilen der Boden auf den Straßen in Kairo ſehr weich und naß, und dieſe Näſſe iſt bloß eine Wirkung des Thaues.

Nach der Verſicherung des **Dom Ulloa** regnet es in den Thälern von Peru nie; aber die wäſſerichten Dünſte verwandeln ſich hier in eine Art von Thau oder Staubregen, welchen die Bewohner dieſer Thäler **Garua** nennen. Ueberhaupt muß man annehmen, daß durch die Wirkung des Thaues eine anſehnliche Menge Waſſer, die man aber noch nicht berechnet hat, auf die Erde herabfällt. Herr **Caſan** *) hat ſich Mühe gegeben, die Menge des Thaues zu beſtimmen, welche zu St. Lucie, auf den antilliſchen Inſeln, fällt; er ſchätzt ſie für eine Nacht auf $\frac{1}{5}$ einer Linie, und dieſer Annahme zufolge, würde ſie alſo in einem Jahre 73 Linien oder

*) Journal de phyſique. 1790. May. S. 331.

oder 6 Zoll und 1 Linie betragen. Die Menge dieſes Thaues hängt nicht von dem Regen ab, der in dieſen Gegenden fällt, und deſſen Menge nach Caſan's Beobachtungen 36 Zoll beträgt.

In den nördlichen Ländern fällt weniger Regenwaſſer auf die Erde herab, als in den ſüdlichen Gegenden; in Abo z. B. beträgt dieſes Waſſer nur 24 bis 25 Zoll und in Upſal 14 bis 15 Zoll; indeſſen muß man hier etwas auf die Nebel rechnen, die in den nördlichen Gegenden ſo gewöhnlich ſind; man hat aber noch nicht verſucht, zu beſtimmen, wie viel Waſſer auf dieſe Art auf die Erde gebracht werden möge.

In unſern Gegenden macht die mittlere Menge Waſſer, welches durch den Regen auf die Erde fällt, 21 Zoll aus; allein der Thau und die Nebel reichen auch eine anſehnliche Menge Feuchtigkeit dar. Nach Hales *) Berechnungen gibt der Thau ungefähr 3,39 Zoll Waſſer. Dieſer Beſtimmung gemäß würde alſo die ganze mittlere Menge Waſſer, die jährlich in Paris und in London aus der Atmoſphäre herabkömmt, 24 Zoll betragen. In Anſehung anderer Länder mangelt es an beſtimmten Angaben.

Was das Regenwaſſer betrifft, welches auf die Oberfläche des Meeres fällt, ſo läßt ſich darüber nichts gewiſſes beſtimmen, weil in dieſer Rückſicht keine ſorgfältige Beobachtungen ſind angeſtellet worden. Indeſſen ſcheint es, daß dieſe Menge geringer ſeyn müſſe, als die, welche auf das feſte Land fällt, weil dieſes durch ſeine hohen Berge die Wolken verdichtet; überdem iſt es auch gewiß, daß die Winde viele Wolken, die ſich über dem Meere bilden, auf das feſte Land treiben.

Aus dieſem Angeführten erhellet, daß wir aus Mangel an hinreichenden Thatſachen und Angaben, die Menge des Waſſers, das auf die ganze Oberfläche der Erde herabfällt, nicht mit Sicherheit beſtimmen können. **Bergmann** glaubt jedoch, daß man die jährliche Menge, als allgemeines Mittel, auf 30 Zoll ſchätzen könne; es regne zwar an einigen

*) Statique de végétaux. p. 43.

einigen Orten faſt gar nicht, und in Europa betrage meiſtens die mittlere Höhe nur 15 bis 20 Zoll; allein es gebe doch Orte, wo es faſt immer regne, und andere, wo das Waſſer zu gewiſſen Zeiten faſt herunter gegoſſen werde. **De la Metherie** hingegen nimmt die mittlere Menge des Waſſers, welches durch den Regen, Thau und die Nebel auf die ganze Oberfläche des Erdkörpers gebracht wird, auf 24 bis 26 Zoll an. Im Ganzen muß nun der Niederſchlag aus dem Luftkreiſe eben ſo viel wieder abführen, als die Summe aller Ausdünſtungen zuführet, weil ſonſt der Luftkreis ein beſtändiges Zu- und Abnehmen ſeines Gewichtes zeigen müßte, dergleichen aber die Barometer nicht angeben.

Das atmoſphäriſche Waſſer iſt gewöhnlich unter allen Gewäſſern das reinſte, und daher zu chemiſchen Operationen eben ſo brauchbar, wie das deſtillirte, wenn es mit der gehörigen Vorſicht aufgefangen wird. Es muß nämlich bey einem ſtillen Regen ohne Sturm, und wenn es bereits eine Zeit lang geregnet oder geſchneyet hat, unterm freyen Himmel, nicht von Dächern, in irdenen, oder noch beſſer in gläſernen Gefäßen aufgeſammelt werden. Gleichwohl enthält es nach **Marggraf** [a]) und **Bergmann** [b]) noch immer etwas ſalzſäurehaltiges Kalkſalz und einen geringen Antheil Salpeterſäure.

Gewöhnlich fällt das Barometer, wenn ſich die Witterung auf Regen neigen will, ſteiget aber wieder, wenn der Himmel heiter werden will. Dieſe Regel iſt jedoch nicht ohne vielfältige Ausnahme. M. ſ. **Barometerveränderungen**.

Weil der Regen eine ſo allgemeine Erſcheinung iſt, ſo hat es auch ſchon in den früheſten Zeiten nicht fehlen können, ſich um die Urſache der Entſtehung desſelben zu bekümmern. Es war leicht, darauf zu verfallen, daß die Entſtehung des Regens der umgekehrte Prozeß von dem Aufſteigen der Dünſte ſey. Man nahm daher an, daß das Waſſer

a) Chymiſche Schriften. Th. I. Num XVIII. §. 7.

b) De analyſi aquarum. §. 4.

Waſſer in ſehr feinen Theilchen zertheilet, oder in dünnen mit einer feinen Materie angefüllten Bläschen entweder durch die Einwirkung der Wärme, oder durch ihre ſpecifiſche Leichtigkeit in die obern Gegenden des Luftkreiſes gebracht würden; daſelbſt ſammelte ſich nun das Waſſer unter der Geſtalt der Wolken an, und bleibe im Luftkreiſe ſo lange ſchwebend, bis die Menge zu groß würde, oder die Theilchen zu dicht an einander kämen, um in der Luftſchicht, in welcher ſie ſchwebten, länger erhalten werden zu können. Durch die Vereinigung dieſer Theile oder durchs Zerplatzen der Bläschen fiel alsdann dieß Waſſer in Tropfen herab. Es war daher die nächſte Urſache des Regens die Verdichtung der in die Atmoſphäre aufgeſtiegenen Dünſte. Eine ſolche Verdichtung könne aber durch Erkältung, Verdünnung der Luft, durch den Windſtoß, beſonders ſolcher Winde, die einander entgegengeſetzet ſind, und welche die Wolken gegen Berge treiben u. ſ. w. bewirket werden.

Dieſe Entſtehungsart des Regens ſchien natürlich mit dem einfachſten Gange der Natur ſo zuſammen zu ſtimmen, daß man ſie lange Zeit als wahr angenommen hat. Nachdem man aber in der Folge mehrere Beobachtungen und Verſuche, beſonders über die Verdampfung des Waſſers, auch mit Beyhülfe der Hygrometer, angeſtellet hatte, ſo glaubte man, daß unmöglich die Entſtehung des Regens als das Umgekehrte von der Verdunſtung angenommen werden könne. Daher hat man in den neuern Zeiten verſuchet, die Entſtehung des Regens auf andere Arten zu erklären und ſie mit Erfahrungen, ſo viel möglich, zu unterſtützen.

So nahm ſchon **Beccaria** [a]) außer den angeführten Urſachen der Verdichtung der aufgeſtiegenen Dünſte noch die Elektricität zu Hülfe, deren Stärke ſich an ſeinem Elektrometer ziemlich genau, wie die Menge des herabgefallenen Regens verhielt. Denn die Aehnlichkeit der Regenwolken mit den elektriſchen Gewitterwolken, das Leuchten der Regen-

a) Lettere dell' elettricismo. Bologna 1754. 4 maj.

Regentropfen, die gleichförmige Verbreitung der Wolken und Tropfen, und das gewöhnliche Beyeinanderſeyn der Gewitter und Regen zeigten offenbar das Daſeyn der Elektricität an. Die Entſtehung des Regens erklärte er nun auf folgende Art. Die Elektricität unſerer Erde ſteige da, wo ſie ſich im Ueberfluß befinde, auf, und nehme eine große Menge Dünſte mit in die obern Regionen. Eben dieſe Urſache nun, welche dieſe Dünſte ſammele, verdichte ſich auch wieder, und bringe dadurch die Waſſertheilchen ſo nahe zuſammen, daß ſie ſich in Tropfen vereinigen und ſo als Regen herabfallen könnten. Die Wolke verbreite ſich von dem Orte der Entſtehung gegen diejenigen Stellen der Oberfläche der Erde, wo ein Mangel an Elektricität anzutreffen ſey, und theile ihnen durch den herabgefallenen Regen ſo viel davon mit, daß dadurch das Gleichgewicht der Elektricität der Erde wieder hergeſtellet werde. Brachte ſich **Beccaria** iſolirt mit dem Reibzeuge der Elektriſirmaſchine in Verbindung, und tröpfelte geſchmolzenes Geigenharz in einen mit dem Conduktor verbundenen Löffel, ſo zog der Rauch längs ſeinem Arme und am ganzen Körper bis zu den andern mit dem Reibezeuge in Verbindung ſtehenden Arme hin, und bildete eine Wolke, deren untere Fläche mit den Kleidern parallel, die obere hingegen geſchwollen und gewölbt war. Auf ſolche Art bildeten ſich, wie er glaubte, die Regenwolken, indem ſie den negativen Stellen der Erde die Elektricität der poſitiven zuführen. Dieſe Erklärung fand ſo vielen Beyfall, daß ſeit dieſer Zeit die Elektricität als eine vorzügliche mitwirkende Urſache von der Entſtehung des Regens iſt betrachtet worden.

Nach **Muſſchenbroek's** *) Meinung entſteht der Regen hauptſächlich von den Winden mit Beyhülfe der Elektricität. Die Elektricität ſoll nämlich dienen, die Dünſte von der Erde in die obern Regionen der Atmoſphäre zu führen, und ſie daſelbſt zu erhalten. Sobald alſo dieſen Dünſten die Elektricität entzogen wird, ſo werden ſie auch wieder herabfallen

*) Introduct. ad philoſ. natur. Tom. II. §. 2362.

fallen müſſen. Begegnet nun eine Wolke von geringer Elektricität einer andern mehr elektriſirten folglich waſſerreichern Wolke, und jene entziehet dieſer Elektricität, ſo wird erſtere höher in die Atmoſphäre aufſteigen, dieſe aber ſich ſenken und in Regen verdichten. Verliert ſie aber durch eine einzige Begegnung einer Wolke nicht genug Elektricität, ſo wird ſie in der Folge mehr Wolken antreffen, welche ihr mehr entziehen, bis ſie ganz aufgelöſet iſt. Die Winde ſind aber doch die Haupturſachen des Regens, nebſt den Gährungen der Dünſte, welche Wind erzeugen. Daher auf heiße Nachmittage und Abende, wo dieſe Gährungen ſtark ſind, gemeiniglich in der Nacht und den Tag darauf Regen folget. Beſonders verurſachen diejenigen Winde Regen, welche 1. von oben herab auf die Wolken treffen, ſie verdichten, ihre Elektricität wegnehmen, und die Dünſte zuſammendrucken, 2. welche Luft mit Dünſten vom Meere her über das Land führen, und gegen Berge, Anhöhen und Wälder treiben, durch deren Berührung die Wolken ihre Elektricität verlieren; daher auch in den gebirgigten Gegenden mehr Regen herabfällt, 3. welche gegen einander ſtoßen, und die Wolken zuſammendrucken, wie im äthiopiſchen Meere, Guinea gegenüber, auch welche von allen Seiten zuſammenſtoßen und die Wolken plötzlich zu Waſſer zerdrücken, welches oft in großen Maſſen aus der Luft herabfällt. Auch tragen die Wälder wegen ihrer ſtarken Ausdünſtung viel zum Regen bey. Eben wegen der ſehr großen Wälder hat Schweden häufige Platzregen, und die Antillen waren vormahls weit feuchter, ehe daſelbſt die Wälder ausgerottet wurden. Noch führet **Bouguer** an, daß es in Peru von der Mündung des Guajaquil bis nach Panama, in einem mit Holze reich bewachſenen Striche von 300 Meilen, ſehr oft regne, hingegen von Gaujaquill 400 Meilen weit mittagswärts, wo der Boden frey und ſandig iſt, gar kein Regen falle.

Dieſe und andere ähnliche Erklärungen über die Entſtehung des Regens ſetzen alſo voraus, daß das Waſſer als ſolches in der Atmoſphäre zugegen ſey, und bloß durch Kälte,

Winde, Elektricität und andere Urſachen verdichtet werde, und ſodann als Regen herabfalle. Der Abt **Bertholon St. Lazare** leitet alle wäſſerichte Luftmeteoren aus Elektricität der Luft und Wolken her, welche der Elektricität der Erde ungleichartig iſt, und zwiſchen beyden eine Anziehung verurſachet. Hierdurch zieht entweder die Luft die Dünſte aufwärts, wie beym Thau und Nebel, oder die Erde zieht ſie niederwärts wie beym Regen. Sind viele Dünſte in die Höhe gezogen worden, ſo fallen dieſe, wenn ſich das Gleichgewicht wieder herſtellet, wieder herab, woher die Platzregen entſtehen; wenn die entgegengeſetzten Elektricitäten von Dauer ſind, ſo können auch die Dünſte lange Zeit im Luftkreiſe erhalten werden u. ſ. w.

Da man aber bey allen dieſen Erklärungen Schwierigkeiten fand, theils wegen des Aufſteigens des Waſſers in der Luft, theils wegen anderer dabey vorkommenden Ereigniſſe, ſo ſuchte man die Entſtehung des Regens aus der beſonders von **le Roi** vorgetragenen Auflöſungstheorie herzuleiten. Hiernach wird nämlich die Ausdünſtung als eine chemiſche Auflöſung des Waſſers in Luft betrachtet; mithin ſchwebt das Waſſer nicht in fein zertheilten Theilchen, ſondern vielmehr in einer ganz andern Geſtalt in der Luft, und beſitzet, wie dieſe, Elaſticität. Man muß daher auch annehmen, daß der Regen als eine Art von Niederſchlag aus dieſer Auflöſung zu betrachten iſt. Nun entſteht aber die Frage, auf welche Art ein ſolcher Niederſchlag in der Atmoſphäre erfolgen könne, und auch wirklich erfolge? Nach **le Roi** löſet die Luft bis zum Sättigungsgrade mehr Waſſer auf, je wärmer ſie iſt. Wird daher eine ſolche mit Waſſer geſättigte Luftſchicht erkaltet, ſo muß ſie Waſſer fahren laſſen, und zwar um deſto mehr, je kälter ſie wird, eben ſo, wie ſich in einer geſättigten Salzſolution Salz niederſchlägt, wenn die warme Auflöſung erkaltet. Nachdem aber die Herren **de Sauſſüre** und **de Lüc** dieſen Gegenſtand weiter zu unterſuchen ſich außerordentliche Mühe gaben, und aus ihren gemachten Beobachtungen zu folgern ſich berechtiget hielten, daß auch dieſe Theo-

rie noch nicht vollſtändig alle Phänomene des Regens erkläre, ſo ſuchten ſie mehr dieſe Sache aufzuklären, obgleich ihre Theorien ſehr von einander abweichen.

Der Herr **de Sauſſüre** *) behauptet, wie bereits unter dem Artikel, **Dämpfe**, angeführet iſt, daß der **reine elaſtiſche Dampf** ein durch Wärmeſtoff aufgelöſtes und in Dampfgeſtalt gebrachtes Waſſer ſey. Dieſer Dampf wird von der Luft aufgelöſet, und es entſteht daher **aufgelöſter elaſtiſcher Waſſerdampf**. Wenn nun eine Luftſchicht mit dieſem Dampfe überſättiget iſt, ſo ſchlägt ſich ein Theil in kleinen Tröpfchen nieder, welche die erſte Veranlaſſung zum Regen geben, oder ſie bilden kleine Bläschen, welche bey ihrer Anhäufung die Nebel und Wolken verurſachen. Die Bläschen entſtehen nie anders, als in völlig geſättigter Luft, worin das Hygrometer die größte Feuchtigkeit zeiget; bisweilen löſen ſie ſich wieder auf, wenn durch Wärme oder andere Urſachen die Ziehkraft der Luft wieder zunimmt. Bisweilen bilden ſich dergleichen Bläschen in ganz heiterer Luft augenblicklich und formiren eine Wolke. Nothwendig muß alſo hier eine Urſache da ſeyn, welche macht, daß dieſer elaſtiſche Dampf augenblicklich ſich in Bläschen verwandele, ſo wie dieſe Bläschen ſich zu Waſſertropfen verdichten müſſen, wenn dieſe Urſache wegfällt. Herr **de Sauſſüre** iſt geneigt, die elektriſche Kraft für dieſe Urſache anzunehmen, weil die elaſtiſchen Dämpfe mittelſt der Wärme oft ſehr hoch ſteigen, und die elektriſche Materie in dieſer Höhe ſehr frey wirke, daher auch dieſe Dämpfe eine leitende Verbindung zwiſchen der Erde und den obern Luftgegenden machen, durch welche Elektricität zu- und abgeführet werden könne. Daher erkläret er die ſchrecklichen Meteoren, welche die Dämpfe in großen Höhen hervorbringen. Auf ſolche Art entſtehen Blitz und Donner bey den Ausbrüchen der Vulkane, Hagel und Nordlichter wirken auf das Elektrometer, Orkane, Waſſerhoſen u. dgl. ſcheinen Wirkungen elektriſcher Ströme zu ſeyn, die von den Dämpfen höherer Gegenden angezogen wer-

 den

*) Eſſais ſur l'hygrometrie. à Neuchâtel 1783. Eſſai III.

den u. ſ. f. Eben ſo möge auch wohl die Entſtehung der Wolken und des Regens als die Wirkung einer gemäßigten Elektricität zu betrachten ſeyn.

Iſt die Luft ſehr durchſichtig, und die entfernten Gegenſtände erſcheinen vollkommen deutlich, ſo erfolget gemeiniglich Regen; hält die gute Witterung einige Tage an, ſo wird die Luft trübe und undurchſichtig. Dieſer Umſtand wird von **de Sauſſüre** auf folgende Art erkläret: wird die Luft bey heiterer Witterung durch öhlichte oder andere nicht wäſſerichte Dünſte trübe, ſo ſchweben ſie in ſelbiger als Blaſengeſtalt; mithin iſt der Umſtand vorhanden, welcher zur Erzeugung der Bläschen erfordert wird. Wenn alſo auch die Luft mit Feuchtigkeit geſättiget wäre, ſo fällt doch das Ueberflüſſige nicht ſogleich in Regen herab, ſondern nimmt erſt auf einige Zeit die Geſtalt der Blaſen an.

Was die Vertheilung der Dünſte betrifft, ſo ſtellt ſich **de Sauſſüre** den Gang derſelben ſo vor: bey der äußerſten Trockenheit der Luft werden bey Sonnenaufgang eine gewiſſe Menge Dünſte aus der feuchten Erde von der Luft aufgelöſet; die dadurch erweiterte und durch die Sonnenwärme ausgedehnte Luftſäule breitet ſich abendwärts aus; die Luft ſteigt auch in die Höhe, und führt durch einen **vertikalen Wind** die Dünſte mit ſich. Dieſer Abgang wird von der Nordſeite her durch kältere und dichtere Luft zerſetzt. Dieß dauret ſo lange fort, bis die Luft mit Feuchtigkeit geſättiget iſt. In einer völlig geſättigten Luft verwandeln ſich dieſe Dünſte in Bläschen, und es bildet ſich ein leichter Nebel auf der Oberfläche der Erde. Da ſich indeſſen die Luft auch erwärmet, ſo werden die Bläschen durch ſelbige aufgelöſet, und ſteigen mit dem ferner erzeugten elaſtiſchen Dampf durch den vertikalen Wind in die obern Regionen. Hier trifft die aufgeſtiegene Luft kältere Schichten an, mithin verdichtet ſich ein Theil der mit ihr in die Höhe gebrachten aufgelöſten Dünſte, welcher Wolken oder Regen bildet, und der Erde alle aufgeſtiegene Feuchtigkeit wieder gibt. Alſo bleibt auch in dieſem Syſtem die **Erkältung** die Urſache des Zurückſendens

ſendens der aufgeſtiegenen Dünſte, obgleich letztere durch Elektricität oder durch einen andern Umſtand bisweilen noch eine Zeit lang in Geſtalt der Bläschen zurückgehalten werden.

Dieſer Erklärung von der Entſtehung des Regens hat Herr de Lüc *) ſehr viel entgegengeſetzet. Denn nach den eigenen Verſuchen des Herrn de Sauſſüre kann die mit Dünſten geſättigte Luft bey der Temperatur von ungefähr + 16° reaum. und 27 franz. Zoll Barometerhöhe höchſtens nur 10 Gran Waſſer im Cubikfuße Luft aufgelöſet halten. Da nun 1 pariſ. Cubikfuß gegen 800 Gran wieget, ſo beträgt dieſes Waſſer nicht mehr als $\frac{1}{80}$ von dem Gewichte der Luft. Dieſe Menge aber verändere ſich ſogar noch, ſo wie die Luft dünner werde, und ſelbſt könne ſich die Luft nur zum Theil ihres Waſſers entladen, indem ſie nur ihre überflüſſige Feuchtigkeit fahren läßt. Was bleibe denn alſo übrig, um Wolken und Regen zu bilden? — Eine ſolche geringe Menge niedergeſchlagenen Waſſers kann daher unmöglich hinreichend ſeyn, die oft einige Tage lang anhaltenden Landregen zu erklären, nicht zu gedenken der außerordentlichen Waſſermenge der Gewitterregen, welche man oft bey der trockenſten Luft und geringer Veränderung der Winde entſtehen ſieht. Daraus erhelle nun offenbar, daß durch Erkältung der Luft die ſo oft entſtehenden plötzlichen Regengüſſe mitten in der Nacht unmöglich erkläret werden könnten. Der angeblich vertikale Wind ſey durch gar keine Erfahrung beſtätiget; vielmehr dehne ſich die ganze erwärmte Luftmaſſe gleichförmig aus, und die mit Dünſten erfüllte untere Luft komme mit der obern kältern Luft nicht in Berührung, ſondern hebe nur die letztere über ſich, mithin ſey gar keine Urſache der Verdichtung der Dünſte vorhanden. Ueberdieß nehme de Sauſſüre an, daß die Erde ſelbſt mit Waſſer bedeckt oder wenigſtens getränkt ſeyn müſſe; das hieße aber nur den Regen nach dem Regen erklären. Endlich geſtehe de Sauſſüre ſelbſt ein, daß die Luft im Augenblicke des Regens ſehr ſelten mit Feuchtigkeit geſättiget ſey.

 Wenn

*) Neue Ideen der Meteorologie. §. 595 u. f.

Wenn die Abnahme der Wärme die Urſache der Entſtehung der Wolken und des Regens wäre, ſo müßte jederzeit bey ſonſt gleichen Winden und heitern Tagen nach Sonnenuntergang Wolken und Regen ſich einſtellen. Gewöhnlich findet aber das Gegentheil Statt. Denn man ſieht bey der ſtillſten Witterung nach Sonnenuntergang diejenigen Wolken, welche den heiterſten Tag zu Mittage verdunkelten, nach und nach abnehmen und endlich gänzlich verſchwinden. Dieſer Fall ereignet ſich mehrentheils im Sommer bey Nord- und Oſtwinden und bey großen Barometerhöhen. Es ſcheint daher die Abnahme der Wärme durch die Abweſenheit der Sonne gar keinen Theil an der Exiſtenz der Wolken zu haben; denn dieſe bilden ſich und verſchwinden in jedem Theile des Tages und der Nacht, und durch Urſachen, welche von den Veränderungen der Wärme gar nicht abzuhangen ſcheinen. Alles, was höchſtens durch die Abnahme der Wärme hervorgebracht werden kann, ſind der Thau und die niedrigen Nebel an der Erdfläche, weil hier noch Waſſerdampf genug vorhanden iſt, um dieſes zu bewirken.

Noch eine andere Theorie des Regens, welche von D. **James Hutton** iſt vorgetragen worden *), hat ebenfalls de **Lüc** **) geprüft. Dieſe Theorie ſtützt ſich auf dieſen Satz: daß, wenn zwey Luftmaſſen von verſchiedenen Temperaturen ſich mit einander vermiſchen, die Feuchtigkeit der neuen Maſſe größer ſey, als die mittlere zwiſchen den Feuchtigkeiten, welche die beyden vereinigten Maſſen abgeſondert hatten; oder welches einerley iſt, daß die Verdunſtung in einem größern Verhältniſſe zunehme, als die Wärme. Aus dieſem Satze erkläret D. **Hutton** zuerſt die Erſcheinung des Athmens der Thiere und des Dampfs vom ſiedenden Waſſer, welche beyde nur in feuchter oder kalter Luft ſichtbar werden; und hernach die Erfahrung von **Maupertuis**, daß

*) Tranſact. of the royal ſociety of Edinburgh. Vol. I. Edinb. and Lond. 1788. 4. p. 41 — 86. überſ. in Grens Journal der Phyſik. B. IV. S. 413 — 471.

**) Neue Ideen über die Meteorologie. S. 578 u. f.

daß zu Tornea, indem er eine Thür öffnete, die äußere Luft ſogleich die heißen Dämpfe des Zimmers in Schnee verwandelte, welche in dicken weißen Wirbeln erſchienen. Dieſer Theorie gemäß entſteht bey jeder Vermiſchung von Luft unter verſchiedenen Temperaturen ein Niederſchlag, welche Urſache D. **Hutton** für zureichend hält, um alle Erſcheinungen des Regens davon abzuleiten. Allein **de Lüc** zeiget, daß dieſe Urſache bey einer nicht völlig geſättigten Luft, nur eine augenblickliche Präcipitation, oder die Entſtehung von Wolken und Nebel erklären, welche ſogleich wieder verdampfen müſſen, wenn das Gleichgewicht in der Temperatur der Miſchung hergeſtellt wäre, eben ſo wie der Hauch, der Dampf des ſiedenden Waſſers und die ſchneeförmigen Wirbel in der Thür des Zimmers ſogleich wieder verdunſten, und unſichtbar werden.

Herr **de Lüc** ſelbſt hat aus ſeinen vielfältig gemachten Beobachtungen eine eigene Theorie in ſeinen neuen Ideen über die Meteorologie vorgetragen, und dieſelbe nachher in mehreren an **de la Metherie** gerichteten Briefen *) zu beſtätigen geſuchet. Er behauptet, daß das Waſſer, welches als Regen herabfällt, nicht in der Luft aufgelöſet, ſondern vielmehr in einem wahren luftförmigen Zuſtande in der Atmoſphäre zugegen geweſen ſey. Dieſen Satz gründet er auf folgende anerkannte hygrologiſche Thatſachen: das unmittelbare Produkt der Ausdünſtung laſſe 1) das Hygrometer im Verhältniſſe ſeines Ueberfluſſes, nach der Feuchtigkeit hin ſteigen, 2) wenn die Wärme in einer Luft, wo es in gewiſſer Menge verbreitet iſt, abnimmt, ſo nimmt hier die Feuchtigkeit nach Anzeige des Hygrometers zu; vermehrt ſich hingegen die Wärme, ſo nimmt die Feuchtigkeit ab, 3) bringt man in die Luft andere hygroſkopiſche Subſtanzen, welche trockner ſind, als die Mittel, ſo bringen ſie dieſelbe Wirkung, wie die Zunahme der Wärme, hervor. Daraus folgert nun Herr **de Lüc**, daß das Waſſer, welches ſich in

*) Aus dem Journal de phyſique überſ. in Grens Journal der Phyſik beſonders im 4ten Briefe über den Regen. B. III. S. 257 u. f.

der Luft befindet, ohne auf das Hygrometer weder unmittelbar, noch durch Veränderungen der Wärme, oder in der Menge der hygroſkopiſchen Subſtanzen, welche nicht ſo feucht ſind, als die Luft, zu wirken, nicht mehr dem unmittelbaren Produkte der Ausdünſtung zugehöre, es hat vielmehr ſeinen Zuſtand geändert. In dieſem Zuſtande bleibt nun das ausgedunſtete Waſſer oft lange Zeit verborgen, ohne den heitern Himmel zu trüben. Es vermehre aber die Maſſe, mithin auch den Druck der Atmoſphäre, und verurſache daher, ſo lange die heitere Witterung daure, den hohen Stand des Barometers. Zuletzt endlich werde das ausgedunſtete Waſſer, das in Luft übergegangen iſt, durch irgend eine noch unbekannte Urſache in einer gewiſſen Luftſchichte wieder in tropfbares Waſſer umgebildet, und daraus entſtehen die Wolken, deren Bläschen in dem Falle, wenn ſie zu häufig erzeuget werden, ſich mit einander vereinigen, und nun als Tropfen aus der Atmoſphäre herabkommen. Herr de **Lüc** nimmt hierbey, wie de **Sauſſüre**, den reinen elaſtiſchen Dampf an, läugnet aber gänzlich die Auflöſung und die Sättigung desſelben in der Luft. Herr de **Sauſſüre** behauptet die Auflöſung des reinen elaſtiſchen Dampfes in der Luft vorzüglich dieſerwegen, weil die Luft beym Aufſteigen der Dünſte ſo wohl hell bleibe, als auch beym Verſchwinden der Nebel hell werde. Dagegen aber hat Herr de **Lüc** die Erfahrung auf ſeiner Seite, daß der reine Waſſerdampf die Atmoſphäre auf keine Weiſe trübe, wofern er nur in keine kältern Luftſchichten kommt, wo ihm ein Theil Wärme entzogen werden kann, und dadurch Waſſer abzuſetzen genöthiget iſt. Es bedarf daher keiner Auflöſung des Waſſers in Luft, um das Hellbleiben der Atmoſphäre zu erklären, und die Zerſtreuung der Nebel durch die Wärme iſt nicht das Verſchwinden des Dampfes ſelbſt, ſondern bloß eine neue Verdampfung.

Durch vielfältig angeſtellte Beobachtungen mittelſt des Hygrometers auf den Gebirgen fand de **Lüc** die Luft weit trockener als in niedern Gegenden. Unter andern iſt beſonders dieje-

diejenige Beobachtung merkwürdig, die er auf den Gebirgen von Sixt anſtellte. "Unterdeſſen, ſagt er, wir auf dem Buet die auffallendſten Zeichen von Trockenheit wahrnahmen, und beſonders das Hygrometer, wiewohl nur bey einer Temperatur von + 6°, nur 33,5, d. i. 66,5 von der äußerſten Trockenheit zeigte, hießen uns dicke Wolken, die ſich um uns bildeten, auf unſere Rückkehr denken. Bald darauf war der ganze Gipfel ganz darein gehüllt, ſie dehnten ſich aus, und bedeckten den ganzen Horizont; eine Nacht überraſchte uns auf einem ſehr gefährlichen Wege, und wir ſtanden hier durch die Heftigkeit des Sturmwindes, Regens, Hagels und Donners eines der ſtärkſten Gewitter aus, das ich je erfahren habe. Dieſes Gewitter dauerte einen großen Theil der Nacht; es herrſchte auf allen benachbarten Gebirgen und auf der Ebene, und da es aufhörte, dauerte der Regen nur mit einigen Zwiſchenräumen bis den folgenden Mittag fort. In einem ſolchen Zwiſchenraume, noch ehe ich Enternes verließ, beobachtete ich das Hygrometer außerhalb unſerer Hütte, es zeigte nicht mehr Dünſte in der Luft an, als am Morgen des vorigen Tages: denn ob es gleich 1,6 Zunahme in der Feuchtigkeit angab, ſo war doch die Veränderung in der Temperatur, welche um 2° kälter war, hinreichend jenes hervorzubringen. Inzwiſchen wälzten ſich die Wolken aufs neue um uns herum, und der Regen, welcher bald anfing, begleitete uns bis Sixt. Als wir unten am Berge waren, ſahen wir die Wolken ſich gänzlich zerſtreuen. Ich beobachtete das Hygrometer von neuem in freyer Luft, und obgleich die Wärme in der Sonne nur + 14° und der Boden ganz mit Waſſer getränkt war, ſtand das Hygrometer doch 1,7 näher zum Trocknen, als es zwey Tage zuvor war, nach einer Folge von heitern Tagen und bey einer Temperatur von + 24°". Herr **de Lüc** war über dieſe Beobachtung in Erſtaunen geſetzet, indem ſein Hygrometer ſo viele Trockenheit ſelbſt in der Schichte, wo das Gewitter entſtand, anzeigte. Denn nach den vorhin angeführten hygrologiſchen Thatſachen müßte nach ſeiner Meinung,

nung, wenn der Regen aus dem unmittelbaren Produkte der Ausdünſtung gebildet wäre, eine Abnahme der Wärme in der Luftſchichte, wo er entſteht, ihm jederzeit vorangehen und ihn begleiten, und dieſe Abnahme müßte um ſo größer ſeyn, als die Feuchtigkeit anfangs von ihrer äußerſten Grenze in dieſer Schicht entfernt geweſen wäre. Er hatte vielmehr im Augenblicke der Entſtehung des Gewitters beobachtet, daß die Wärme mehr zu- als abgenommen hatte. Es wich alſo dieſer Vorfall nicht allein von den anerkannten hygrologiſchen Geſetzen, ſondern auch von den Geſetzen der Auflöſung und des Niederſchlags ab. In der Folge überlegte **de Lüc**, daß nach **de Sauſſüre** eigenen Verſuchen die geſättigte, oder, nach **de Lüc** Ausdruck, bis zum Maximum mit Dünſten angefüllte Luft nur ſehr wenig Waſſer enthalte, daß das Hygrometer ſehr ſelten in den untern Gegenden die äußerſte Feuchtigkeit, auf den Bergen aber noch mehr Trockenheit zeige; daß ſich endlich die Dünſte auch nicht in den noch höhern Gegenden aufhalten können, weil ſie ſonſt bey ihrer Verdichtung die Luft über den Bergen trüben würden, da man doch über den Regenwolken gewöhnlich den Himmel ſehr heiter und durchſichtig findet. Alles dieß gab ihm hinreichenden Grund zu behaupten, daß **der Regen nicht das unmittelbar Umgekehrte von der Ausdünſtung** ſey.

Außerdem führet Herr **de Lüc** noch folgende Erfahrungen an, welche ſeiner Meinung nach gar nicht zu erklären wären, wenn man den Regen als einen unmittelbaren Niederſchlag der Ausdünſtung annehmen wollte: in der Zwiſchenzeit von mannichmahl einigen Monathen, da unaufhörlich von der Erde Waſſerdünſte in die Atmoſphäre aufſteigen, verſpüre man weder Dunkelheit, noch Verminderung in einem gewiſſen Grade von Trockenheit; alle dieſe Dünſte, welche unaufhörlich ſich bildeten, verſchwänden für das Hygrometer ſo wie dem Auge; wir genöſſen einer heitern Luft, obgleich die Beſtandtheile, die ſie trüben werden, um Regen herzugeben, ſie lange zuvor trüben könnten durch ihre tägliche Anhäufung, wenn nicht irgend eine verborgene Urſache

ſache ihnen ihre Durchſichtigkeit erhielte. Kurz Dünſte, welche ohne Aufhören in die Atmoſphäre aufſtiegen, in deren obern Gegenden eine beſtändige Kälte herrſche, würden ſie immer feucht und durch hohe Wolken verdunkelt halten; ein ſteter Thau würde alles befeuchten, und die Sonnenſtrahlen nie unſere Erndten zur Reiſe bringen. Hieraus erhelle alſo offenbar, daß das ausgedunſtete Waſſer in der Atmoſphäre ſich unter der Geſtalt eines luftförmigen Fluidums verberge.

Herr **de Lüc** war aus den Verſuchen des Herrn **Watt, Cavendiſh, Lavoiſier** und **de la Place** über die Verwandlung der dephlogiſtiſirten und brennbaren Luft in Waſſer geneigt zu glauben, daß das ausgedunſtete Waſſer in der Zwiſchenzeit bis zum Regen unter der Geſtalt einer Gasart einen Theil der Atmoſphäre ausmache; zuletzt aber durch eine unbekannte Urſache zur Dunſtgeſtalt zurückkehre. Dieſe Urſache erweiſe ſich aber gewöhnlich nur bey einer einzigen Luftſchichte thätig, in welcher aber die Dünſte ſo häufig entſtehen, daß ihre Bläschen ſich weder hinlänglich ausdehnen, noch ſchnell genug wieder verdunſten können. Daher machen ſie den Himmel trübe und bilden ſichtbare Wolken. Weil ſich aber die Bläschen ſchon bey ihrer Entſtehung ſehr häufig berühren, ſo vereinigen ſie ſich, und zerplatzen endlich durch das Abfließen des Waſſers an den Seiten, wie die Seifenblaſen. Im Herabfallen treffen die Tropfen mit andern zuſammen, verbinden ſich mit einander, und werden größer, oder finden andere Bläschen, welche dadurch überladen und herabgedruckt werden. Dadurch entſtehen die Franzen, welche man ſo oft von den Regenwolken nach der Erde herabhangen ſieht. Eine ſolche Wolke mit Franzen gibt weit mehr Regen, als ſie enthalten könnte, und wird immer dunkeler, je mehr Tropfen ſie herabſendet. Sie erhält ihr Waſſer in der Luftſchichte, in welcher ſie ſchwebt; ihr Abgang wird in dieſer beſtändig wieder erſetzet, und ſo wird ſie alle Augenblicke gleichſam zerſtört und wieder erneuert. Auf eben dieſe Art, nur etwas langſamer, geht es

mit

mit allen Nebeln und Wolken, auch mit denen, die nicht regnen. M. ſ. **Wolken.**

Dieſe Theorie des Herrn **de Lüc** iſt in einem kurzen Abriſſe von Herrn **Lampadius** *) dargeſtellet worden. Auch der Herr Hofr. **Lichtenberg** †) hat ſie mit verſchiedenen Gründen zu unterſtützen geſuchet. Er ſagt nämlich, "es ſteigen beſtändig Dämpfe von der Erde auf, oft in ungeheuerer Menge viele Tage hinter einander, ohne daß es deßwegen regnet oder trübe wird. Was wird aus dieſem Waſſer? In der Höhe, wo es ſich nach der gemeinen Meinung hinzieht, findet es ſich nicht, gegentheils je höher man ſteigt, deſto trockener wird die Luft, ja ſie erreicht oft, bey immer fortdauernder Evaporation in der Ebene, öfters einen Grad von Trockenheit auf den Bergen, der ſich in der Ebene gar nie findet, und doch iſt noch dazu die Luft in der Höhe kalt. Man weiß aber, daß ſelbſt eine ſehr trockene Luft, wenn ſie kälter wird, Feuchtigkeit zeigt. Wo alſo die Luft zugleich kalt und beträchtlich trocken iſt, da iſt gewiß wenig Waſſer in ihr. Und in dieſer ſo äußerſt trockenen Luft entſtehen plötzlich Wolken, und aus dieſen öfters Platzregen, die viele Stunden anhalten, das Land überſchwemmen, und wenn ſie vorüber ſind, ſo findet man den Zuſtand der Luft in Rückſicht auf Feuchtigkeit wenig oder gar nicht geändert. Woher kömmt nun auf ein Mahl dieſe ungeheure Menge Waſſer, die ſich durch die gewöhnliche Auflöſungstheorie ſchlechterdings nicht erklären ließe, ſelbſt wenn die Luft auf den Bergen warm und völlig ſaturirt geweſen wäre? Woher kommt es, daß nicht ſehr große Gewitterwolken auf ihrem Zuge ganze Diſtrikte verhageln und überſchwemmen, während die Luft rings um ſie her, und gewiß auch über ihnen, ſehr trocken iſt? Alles führt auf den Satz hinaus: aller Regen iſt zwar von der Erde aufgeſtiegen, aber zwiſchen dieſem Aufſteigen und dem Herabfallen fand ſich dieſes Waſſer in einem

*) Kurze Darſtellung der vorzüglichſten Theorien des Feuers. Gött. 1793. §. 86 — 99.

†) Vorrede zur 5ten Aufl. der Erxleb. Naturlehre. S. XXXVI.

einem Zuſtande, worin es kein Gegenſtand für das Hygrometer, d. i. kein Waſſer mehr war, und da wir an den Stellen, wo es verſchwindet, bloß Luft finden, ſo iſt es in einen luftförmigen Zuſtand übergegangen, und der Regen iſt der umgekehrte Prozeß; er iſt kein Niederſchlag aus Luft, ſondern die Luft ſelbſt wird bey deſſen Erzeugung auf irgend eine Weiſe wieder zerſetzet."

Es bleibt nur noch die Frage, wodurch dieſe Bildung und Zerſetzung der Luft entſtehe? unbeantwortet. Die Anhänger des Herrn **de Lüc** vermuthen, daß dieſe Luft nichts anders als Waſſer in Wärmeſtoff aufgelöſet ſeyn könne, welchem ein Drittes die Permanenz gebe. Dieſes Dritte ſey vielleicht das elektriſche Fluidum. Denn bey der Entſtehung der Regen werde unleugbar Elektricität angetroffen. Was nämlich die Strichregen, Platzregen und beſonders diejenigen Regen betrifft, welche mit dem ſo genannten Graupenhagel begleitet ſind, ſo zeigen ſich ſtarke Spuren der Elektricität. Bey dem gewöhnlichen Landregen iſt zwar die Elektricität nie ſehr merklich wahrzunehmen; allein ſie iſt doch alle Mahl da, wie die Beobachtungen hinlänglich gezeiget haben. Es ſey alſo die Elektricität das Bindungsmittel der in die Atmoſphäre aufgeſtiegenen Dämpfe, welches bey der Entſtehung des Regens wieder abgeſchieden, und die Dämpfe als concretes Waſſer abgeſondert werden.

Gegen dieſe Theorie des Herrn **de Lüc** ſind mancherley Zweifel erhoben worden *). Hauptſächlich hat man angeführet, daß aus den Angaben der Hygrometer gegen die Auflöſungstheorie gar nichts gefolgert werden könne, und dann ſey die Meteorologie eine noch viel zu wenig gegründete Wiſſenſchaft, um daraus Schlüſſe gegen die neuere Chemie zu ziehen.

*) Etwas über den Regen und Herrn de Lüc's Einwürfe gegen
die franzöſiſche Chemie vom Herrn Hofr. Mayer in Grens
Journal der Phyſik B. V. S. 371. u. f. Jylius über Herrn Lich-
tenberg's Einwürfe gegen das antiphlogiſtiſche Syſtem und ge-
gen die Auflöſung des Waſſers in Luft, ebend. B. VI. S. 195 u. f.
Ebenderſelbe über Herrn de Lüc's Lehre von der Verdunſtung
und dem Regen, ebendaſ. B. VIII. S. 51 u. f.

ziehen. Auf dieſe Einwürfe hat beſonders Herr **Lichtenberg** *) alſo geantwortet: "in Anſehung des erſten Einwurfs ſcheinet die ganze Sache auf einen Wortſtreit hinaus zu laufen. Es iſt nämlich die Rede von demjenigen Waſſer, welches in elaſtiſcher luftförmiger Geſtalt bey keiner Temperatur mehr auf das Hygrometer wirkt, und nicht mehr naß macht. Dieſes Waſſer nennt Herr **de Lüc** Luft; die Gegner ſeines Syſtems nennen es aber immer noch Waſſer in Luft aufgelöſet. **De Lüc** hat dabey das für ſich, daß ſich eine Luft vollkommen ſo verhält, wie gewöhnliche Luft, die man durch alle in menſchlicher Gewalt ſtehende Kunſtgriffe ausgetrocknet und von aller Feuchtigkeit befreyet hat. Darf man dieſe letztere trockene Luft nennen, ſo muß es ja auch von jener verſtattet ſeyn. Läßt man in eine ſolche Luft unter der Glocke nur die mindeſte Feuchtigkeit, die die noch vorräthige Wärme nicht aufzulöſen im Stande iſt, ſo wird dieſes ſogleich durchs Hygrometer angezeiget. Man hat alſo Grund genug, eine Luft, in der das Hygrometer ſelbſt bey ſehr niedriger Temperatur keine Feuchtigkeit angibt, trocken zu nennen, und wenn ſich Beſtandtheile in ihr befinden, die vorher Waſſer waren, zu ſagen, dieſes Waſſer ſey jetzt Luft geweſen. Aber man ſetze doch den Streit über bloße Nahmen bey Seite, und ſehe auf die Sache ſelbſt. Es iſt hier das Phänomen zu erklären, daß oft in einer ſolchen für das Hygrometer ſehr trockenen Luft plötzlich eine ungemeine Menge Waſſer entſteht und in Regengüſſen herabfällt. Herr **de Lüc** erkläret dieſes durch eine Zerſetzung deſſen, was er Luft nennt, und worin der Waſſerdampf ſich verwandelt hatte: ſeine Gegner haben zwey verſchiedene Erklärungen, entweder durch Erkältung, die einen Niederſchlag des in der Luft aufgelöſeten Waſſers bewirket, oder durch Waſſererzeugung aus Oxygen und Hydrogen. Die erſte dieſer Erklärungen iſt offenbar unzureichend, weil bey dem Phänomene die Luft ſchon ſehr kalt war, da ſie ſich fürs Hygrometer ſehr trocken zeigte, und eine ſo übermäßige

*) Vorrede zur 6ten Aufl. der Erxleben. Naturlehre. S. XXXII. f.

mäßige Erkältung, als zu Niederſchlagung einer ſolchen Menge Waſſer erforderlich geweſen wäre, gar nicht bemerket ward; die zweyte Erklärung iſt zwar etwas anders modificiret, als die de Lüc'ſche, im Weſentlichſten aber kommt ſie ja ebenfalls auf eine Zerſetzung der Luft hinaus, in der das Oxygen und Hydrogen vorher enthalten wären. Alſo wird ja die Zerſetzung deſſen, was bis dahin Luft war, von beyden Seiten angenommen. Die Antiphlogiſtiker wollen nur Beſtandtheile und Verhältniß derſelben nach Maß und Gewicht angeben, da hingegen Herr **de Lüc** beſcheiden geſtehet, daß ſich ſeine Kenntniſſe nicht ſo weit erſtrecken. Was den zweyten von der Unvollkommenheit der Meteorologie hergenommenen Einwurf anlangt, ſo ſoll man doch wohl nicht unſtreitige Beobachtungen des Meteorologen darum verſchweigen, und unterdrücken, weil ſie der antiphlogiſtiſche Chemiker nicht mit ſeinem Syſtem vereinigen kann. Man geſtehe doch lieber, daß unſere ganze Naturlehre aus Bruchſtücken beſtehet, die der menſchliche Verſtand noch nicht zu einem einförmigen Ganzen zu verbinden weiß. Was die chemiſchen Experimente im Kleinen leicht erkläret, iſt doch darum noch nicht ſo ausgemachte einzige Wahrheit, daß es gar nicht mehr erlaubt wäre, Zweifel dagegen aus meteorologiſchen Phänomenen zu erheben.

In den neuern Zeiten ſind unerachtet aller dieſer Gründe noch mehr Zweifel gegen **de Lüc's** Syſtem erhoben worden.

Nach den Antiphlogiſtikern *) löſet ſich das Waſſer in der atmoſphäriſchen Luft auf zweyerley Weiſe auf; vermöge des Feuers und ohne Feuer. Mit dem Feuer verbunden iſt das Waſſer in Geſtalt gehobener Dämpfe, oder in Geſtalt des Waſſergas, mit der atmoſphäriſchen Luft vermiſcht. Außerdem aber enthalten noch die verſchiedenen Gasarten, aus denen die atmoſphäriſche Luft beſtehet, Waſſer in flüſſiger Geſtalt aufgelöſet. Das Hygrometer zeiget nur an, wie viel

*) Girtanner Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin 1795. 8. Cap. 39. S. 238 u. f.

viel Waſſer in flüſſiger Geſtalt in der atmoſphäriſchen Luft enthalten iſt; aber es zeigt nicht an, wie viel Waſſer in Geſtalt von Eis, oder in Geſtalt von Gas die Luft enthält. Eine Luft kann daher zufolge der Grade, welche das Hygrometer anzeiget, ſehr trocken zu ſeyn ſcheinen, und dennoch ſehr viel Waſſer in Gasgeſtalt enthalten. Daher kommt es, daß eine ſehr trockene Luft, bey ſtarker Erkältung, auf ein Mahl feucht wird, und ſo entſteht oft aus einer ſehr trockenen Luft ein plötzlicher Regen von vielen tauſend Centnern Waſſer.

Auf eine andere Art entſteht der Regen durch die Verbindung des Waſſerſtoffs mit dem Sauerſtoffe vermöge des elektriſchen Funkens. Dieß geſchiehet vorzüglich bey Gewittern, und beynahe alle Gewitterregen entſtehen auf dieſe Weiſe. Im Großen geht hier genau eben das vor, was in dem Verſuche der Herrn **Trooſtwyk** und **Deimann** im Kleinen vorgeht. Die Gewitter entſtehen vorzüglich bey heißer Witterung und im Sommer. Durch die Wärme, welche vor dem Gewitter hergeht, wird ſehr viel Waſſer zerleget, deſſen Sauerſtoff ſich zum Theil mit den Pflanzen verbindet, und deſſen Waſſerſtoff größtentheils in die Höhe ſteiget, und wegen ſeiner außerordentlichen Leichtigkeit bis in die höhern Regionen der Atmoſphäre gelangt. Dort trifft nun dieſer Waſſerſtoff eine große Menge Sauerſtoff an, und durch den elektriſchen Funken des Blitzes wird dieſe Miſchung entzündet und in Waſſer verwandelt. Daher fällt bey den Gewittern eine ſo große Menge von Regen auf ein Mahl, und daher fängt es nicht eher zu regnen an, als bis es geblitzet hat. Der Regen höret auf, ſobald es aufhöret zu blitzen, weil alsdann kein Waſſer weiter entſteht.

Die Antiphlogiſtiker nehmen alſo zur Erklärung der Gewitterregen an, daß in den Schichten der Atmoſphäre, wo dergleichen entſtehet, eine ſehr große Menge von Waſſerſtoff, oder von brennbarer Luft, enthalten ſeyn müſſe, welche mehr als das Doppelte des Volumens der übrigen damit vermiſchten

ten atmoſphäriſchen Luft betragen muß. Herr **de Lüc** *)
macht dagegen den Einwurf, daß man eine ſolche Menge
von brennbarer Luft in der Atmoſphäre nicht antreffe, und
wenn ſie wirklich vorhanden wäre, ſo müßte der erſte Bliß
den ganzen Luftkreis in Feuer ſetzen, ja ſelbſt würden ohne
Bliß die Feuer, welche die Bergbewohner auf den Gipfeln
hoher Gebirge anzünden, oft die nämliche Wirkung hervor-
bringen. Nehme man auch an, der Waſſerſtoff ſey im
Luftkreiſe unter einer nicht entzündbaren Geſtalt vorhanden,
ſo ſey es doch nach der neuern Chemie immer nöthig, daß
er ſich mit dem Sauerſtoffe der übrigen atmoſphäriſchen Luft
vereinige, ehe er Regenwolken oder Regen bilden könne.
Dadurch müßte denn der übrigen Luft der Sauerſtoff entzo-
gen, der Stickſtoff aber zurückgelaſſen, und ſie dadurch zum
Einathmen untauglich gemacht werden. Gleichwohl aber
athme man in Regenwolken ſehr frey. Wenn ſich daher der
Regen durch Zerſetzung einer Luft bilden muß, ſo kann dieß
keine ſolche ſeyn, durch welche nur ein Theil von ihr (Sauer-
ſtoff) neue Verbindungen (mit Waſſerſtoff) eingeht, und
den andern Theil (den Stickſtoff) zurückläßt; vielmehr muß
die Zerſetzung ſo erfolgen, daß der zurückbleibende Theil dem
zerſetzten ſelbſt völlig ähnlich iſt. Daher habe die atmoſphä-
riſche Luft, ſie ſey gemiſcht, oder homogen, das Waſſer ſelbſt,
als ponderable Subſtanz, zum Beſtandtheile

Gegen die von Herrn **Lichtenberg** angeführten Gründe
für das de Lüc'ſche Syſtem behauptet Herr **Girtanner** fol-
gendes: die durch das Hygrometer angezeigte Trockenheit in
höhern Regionen vor und nach dem Regen beweiſe noch nicht,
daß das zur Bildung des Regens erforderliche Waſſer nicht
als Waſſer in der Atmoſphäre enthalten geweſen ſeyn könne:
denn das Hygrometer zeigt nur die größere oder geringere
Menge von Waſſer an, welche die Luft, nach ihrer Anzie-
hungskraft, nicht mehr faſſen kann; und man darf ſich nur
eine richtige Idee von dem Ausdünſtungsprozeſſe machen,

 um

*) Schreiben an Fourcroy über die moderne Chemie a. d. journ.
de phyſ.; überſ. in Grens Journal der Phyſik. B. VII. S. 136.

um begreifen zu können, warum das Hygrometer, in Anſehung der Quantität des in der Luft enthaltenen Waſſers, im geringſten nichts entſcheiden kann. Wenn wir uns die Luft als eine von dem Waſſer verſchiedene Subſtanz gedenken, welche aber durch Anziehung ſich mit dem Waſſer innigſt verbinden kann, ſobald daſſelbe durch den Wärmeſtoff hinlänglich verfeinert, und in einen Dunſt (in Gas) verwandelt worden iſt; ſo haben wir unſtreitig den richtigſten Begriff von der Art, wie das Waſſer von der Atmoſphäre aufgenommen wird, und in ihr, gleichſam wie die Theile eines aufgelöſten Körpers in dem Auflöſungsmittel, enthalten iſt. Hier wirkt die Ziehkraft der Luft auf die Theilchen des Waſſerdunſtes, und das Waſſer folget dieſer Vereinigung, nachdem es durch den Wärmeſtoff dazu vorbereitet war, und hängt ſich an die Lufttheilchen, ohne ſonſt eine Veränderung ſeines Zuſtandes erfahren zu haben. Daß es ſich im Zuſtande dieſer innigen Vereinigung mit der Luft nicht an die Subſtanz eines Hygrometers hängen kann, iſt klar (das Waſſer hat in dieſem Falle eine größere Verwandtſchaft zu der Luft, als zu der Subſtanz des Hygrometers). Das Waſſer kann ſich nur dann mit dem Hygrometer verbinden, wenn die Anziehungskraft (Verwandtſchaft) der hygrometriſchen Subſtanz zum Waſſer, oder zu den Waſſertheilchen in der Luft, ſtärker iſt, als die Kraft (Verwandtſchaft), womit die Waſſertheilchen von der Luft ſelbſt gezogen werden; und ſo kann die Luft mit Waſſer geſättiget ſeyn, (viele tauſend Centner enthalten) und das Hygrometer dennoch vollkommene Trockenheit zeigen; ein Umſtand, der eben ſo wenig ſonderbar ſcheinet, als warum Gold in Königswaſſer aufgelöſet ſich nicht an einen Stab Eiſen hängen kann, ſo lange es in jener Verbindung ſteht. Durch dieſe Verwandtſchaft der Luft zum Waſſer kann demnach eine ungeheure Menge Waſſers in die Atmoſphäre aufgenommen werden, ohne daß uns das Hygrometer von der Gegenwart deſſelben belehrte. Wächſt dieſe Ziehkraft der Luft, ſo muß das Hygrometer zur Trockenheit gehen; und nimmt ſie ab, ſo muß

es

es Feuchtigkeit zeigen, wenn gleich die Temperatur dieſelbe geblieben iſt. Ueberhaupt ſcheinet es, als ob die Veränderung der Temperatur am wenigſten zum Niederſchlagen des Waſſers in der Luft beytrage. Höchſtens können dadurch leichte Nebel, aber keine Platzregen und Wolkenbrüche erkläret werden. Man muß ſich nämlich vorſtellen, daß außer den Waſſerdünſten, welche die Luft durch ihre Anziehungskraft in ſich aufnimmt, auch noch Waſſertheilchen, zumahl wenn die Ausdünſtung ſtark iſt, mechaniſch in die Atmoſphäre erhoben werden, durch die ſpecifiſche Leichtigkeit, die ſie durch den, mit ihnen verbundenen, Wärmeſtoff erhalten. Nur dieſes Waſſer ſcheint durch eine Aenderung der Temperatur aus der Luft niedergeſchlagen werden zu können; ſobald nämlich die Dunſtbläschen jenen Wärmeſtoff abzuſetzen genöthiget ſind, folgen ſie ihren eigenen Ziehkräften und vereinigen ſich in merkliche Tröpfchen oder Bläschen, und trüben die Luft, aber wegen ihrer ungleich geringern Menge ſcheint dadurch kein Regen entſtehen zu können. Auch hat Herr de Lüc gezeiget, daß in keinem Falle ſich vor einem ſtarken Regen eine ſo beträchtliche Veränderung der Temperatur in einer Luftſchicht ereigne, daß der Regen dadurch erkläret werden könne. Es muß demnach der aus der Luft niederfallende Regen auf eine von der Temperatur unabhängige Art erkläret werden; und das wird geſchehen, wenn wir annehmen, das zur Bildung eines Regens erforderliche Waſſer rühre von der ungleich größern Menge von Waſſertheilchen her, welche nicht auf obbedachte mechaniſche Art, ſondern durch wirkliche Verwandtſchaft mit der Luft vereiniget waren, durch kein Hygrometer angezeiget wurden, und bloß durch eine Verminderung dieſer Verwandtſchaft, oder Ziehkraft, ſich aus der Luft präcipitirten. So kann demnach bey vermehrter Ziehkraft der Luft das Waſſer, ohne übrigens ſeine Natur zu ändern (ohne in Sauerſtoff und Waſſerſtoff zerleget zu werden) an der Baſis der Atmoſphäre Monathe lang verdünſten, und als Waſſer ſich mit der Luft verbinden, ohne im Zuſtande dieſer innigen Vereinigung ir-

gend auf das Hygrometer wirken zu können; und ſo kann demnach auch das Hygrometer in einer Luftſchicht große Trockenheit zeigen, und dennoch ſo viel Waſſer in ihr enthalten ſeyn, daß wenn die Luft in dieſer Schicht ſchnell ihre Ziehkraft zum Waſſer verliert, Feuchtigkeit entſtehen, Platzregen und Wolkenbrüche ſich ergießen können, indem alle angrenzende Luft in dem Zuſtande der vollkommenſten Trockenheit nach der Anzeige des Hygrometers, bleiben kann. So lange die Urſache dieſer Verminderung der Ziehkraft in jener Schicht fortdauert, wird beſtändig Waſſer abgeſetzt, und an die Stelle des abgeſetzten, von den rings herum befindlichen Schichten immer wieder Luft zugeführet, die in dieſer Schicht ihr Waſſer abſetzt, bis endlich die Urſache jener Verminderung der Ziehkraft aufhöret, und alles wieder in den vorigen Zuſtand kommt. Begreiflich kann dann das Hygrometer auch wieder Trockenheit, wie zuvor, zeigen, und das Wunderbare, das Herr de Lüc in den Phänomenen des Regens fand, wird ſolchergeſtalt nicht mehr unerklärbar ſeyn, ſich auch ſehr wohl mit der Theorie der Ausdünſtung vertragen, ſobald man alles aus dem wahren Geſichtspunkte betrachtet, und nicht von dem Hygrometer mehr verlangt, als was es nach ſeiner Natur und Beſchaffenheit anzeigen kann. So wenig dieſes Werkzeug die Gegenwart des Waſſers in dem Waſſerdampf, wenn er 212 fahrenh. Grad heiß iſt, anzeigen kann, und ſo gewiß es iſt, daß es in dieſem Dampfe vollkommene Trockenheit zeigt, ungeachtet die Theilchen des Waſſers in dieſem Dampfe doch immer als Waſſer enthalten ſind; eben ſo gewiß iſt es auch, daß das Waſſer, ohne ſeine Natur verändert zu haben, mit der Luft verbunden ſeyn kann, ohne daß es ſeine Gegenwart dem Hygrometer offenbarte.

Herr **Hube***) führet folgende Gründe gegen die Verwandlung der Luft in Waſſer an: würde die Luft wirklich in Waſſer verwandelt, ſo müß en durch die Bildung der Wolken leere Räume entſtehen, in welche die angrenzende Luft von

*) Ueber die Ausdünſtung. LVI. Cap. S. 327.

von allen Seiten her mit Gewalt ſtürzen würde. Es müßte daher die Entſtehung der Wolken allemahl mit Stürmen verbunden ſeyn, welche an dem Orte, wo ſich die Wolken bilden, zuſammenſtießen. Dieß iſt aber wider alle Erfahrung. Denn man ſieht ſehr oft die dickſten und ſchwerſten Gewölke ſich in einer ganz ruhigen und ſtillen Luft zuſammenziehen, ob ſie gleich nachher, wenn ſie ſich bereits gebildet haben, Winde veranlaſſen. Ferner müßte der Druck der Atmoſphäre allemahl beträchtlich abnehmen, wenn ſich die Luft ſelbſt in Waſſer verwandelte, und dieſes auf die Erde herabfiele. Das Barometer müßte alſo nach anhaltendem ſtarken Regen allemahl ſehr merklich fallen, und es könnte unmöglich während ſolcher Regen oder gleich nach ihnen jemahls ſteigen, wie es doch vermöge der Erfahrung gewöhnlich zu thun pflegt. Daraus ſchließt nun Herr Hube, die Vermuthung, daß die Luft auf eine uns unbekannte Art in Waſſer verwandelt werde, widerſpreche der Erfahrung. Zugleich äußert er, weil dieſe Hypotheſe ſelbſt aus andern Gründen gar nicht wahrſcheinlich ſey, daß er derſelben gar nicht würde erwähnet haben, wenn ihr Herr de Lüc nicht ſeinen Beyfall gegeben hätte.

Dagegen führen diejenigen, welche dem de Lüc beypflichten, folgendes an: die Erfahrung lehre wirklich, daß bey der plötzlichen Entſtehung der Wolken von beträchtlicher Größe und der Regengüſſe jederzeit ſtarke Winde entſtünden; bildeten ſich aber Wolken langſam, ſo würden auch die leeren Räume, welche dadurch entſtehen, von der angrenzenden Luft allmählig angefüllt, ohne eben große Stürme auf der Erdfläche zu veranlaſſen. Ueberdem könne es aber auch in den obern Regionen ſtarke Winde geben, da indeſſen an der Erdfläche eine vollkommene Windſtille herrſche. In Anſehung des Barometers aber ſey es ja eine bekannte Erfahrung, daß gewöhnlich daſſelbe zu fallen pflege, wenn ſich Wolken zu bilden anfangen, oder wenn es regnen will, beſonders bey der Entſtehung eines Landregens; und wenn das Barometer wieder ſteige, ſo geſchähe dieß erſt nach Verlauf

eines Zeitraums, während deſſen der Gewichtsverluſt, welcher durch Zerſetzung der Luft entſtanden war, durch Luft aus den angrenzenden Gegenden reichlich hätte erſetzet werden können. Man habe daher gar keine Urſache, dieſer Einwürfe wegen die Entſtehung des Regens durch Zerſetzung der Luft aufzugeben.

Herr **Hube** *) ſelbſt erkläret die Entſtehung des Regens auf folgende Art: die Elektricität, welche bey der Entſtehung der Wolken ſo wirkſam iſt (m. ſ. **Wolken**), iſt auch die vornehmſte Urſache der Erhaltung derſelben. Dadurch werden die Bläschen aufgeſchwellt, und in gehöriger Entfernung von einander gehalten. Es verlieren aber die Wolken ihre Elektricität nicht allein bey der Berührung mit den Bergen, ſondern auch ſchon in einer gewiſſen Entfernung von der leitenden Erde, da die Luft bald mehr, bald weniger, aber doch immer etwas leitend iſt. Sobald dieſer Verluſt beträchtlich genug iſt, ſo fließen die Bläschen der Wolken ſo ſtark zuſammen, daß ſie in Tropfen herunterfallen. Wie ſehr vieles der Verluſt der Elektricität zu dem Regen beyträgt, ſehen wir beſonders bey den Gewittern ſehr deutlich. Wenn die Gewitter auch ohne Regen anfangen, ſo regnet es doch zuletzt gewiß, wo nur das Blitzen lange genug anhält, und der dadurch verurſachte Verluſt der Elektricität groß genug wird. Auch fallen gewöhnlich die heftigſten Platzregen aus den Gewitterwolken, und mehrentheils regnet es kurz vor oder nach einem heftigen Donnerſchlage viel ſtärker als vorher, weil die elektriſche Materie, noch ehe ſie in einen Funken ausbricht, ſchon anfängt, in Menge durch die Luft zu dringen.

Oft beziehet ſich der Himmel bey Tage nach und nach, aber es fängt erſtlich in der Nacht an zu regnen. Dieſe ſehr gemeine Erſcheinung läßt ſich leicht daraus begreifen, daß die Wolken des Abends tiefer gegen die Erdfläche ſenken, und

*) Vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. B. II. S. 223. und 241 f.

und daß die untere Luft bey der Nacht feuchter, alſo auch leitender iſt, als bey Tage.

Nach ſtarken Gewittern pflegt es oft mehrere Tage nach einander zu regnen: wahrſcheinlich weil die Luft durch die Wetterwolken ſehr ſtark elektriſiret wird, und dieſe mitgetheilte Elektricität nicht ſogleich ganz verlieret, alſo auch nachher noch eine Zeit lang eine geſchwächte Ziehkraft behält. Oft bemerket man auch, daß es, nachdem es geregnet hat, nicht kälter, wohl gar wärmer oder ſchwül wird. Es muß alſo alsdann die Ziehkraft der Luft durch die mitgetheilte Elektricität noch immerfort geſchwächt bleiben, weil entweder neue Niederſchlagungen in der Luft vorgehen, welche allemahl Wärme erzeugen, oder wenigſtens unſer Körper nicht auf die erſte Art trocknet. Aber es lehret auch die Erfahrung, daß es in dieſem Falle bald wieder zu regnen anfängt. Kühlt ſich hingegen das Wetter nach dem Regen ab, ſo iſt das ein Zeichen, daß die Luft ihre urſprüngliche Elektricität wieder in voller Stärke erhalten hat, und daß alles in ihr auf die erſte Art trocknet, alſo durch die Trocknung Kälte erzeuget wird. Daher pflegt unter dieſen Umſtänden ſich der Himmel, oft ſogar des Nachts, ganz aufzuklären, wenn die obere Luft trocken genug iſt, um die ihrer Elektricität beraubten Wolken aufzulöſen.

Am deutlichſten zeigt die Abwechſelung der Jahreszeiten in dem heißen Erdſtriche den großen Einfluß der mitgetheilten Elektricität auf die Ziehkraft der Atmoſphäre. Denn es regnet hier mehrere Monathe nach einander in einem fort, mehrentheils ſehr heftig: und wenn endlich dieſe Regengüſſe aufhören, und der Himmel ſich aufkläret, ſo erhält die Atmoſphäre auf ein Mahl eine ſo große Ziehkraft, daß ſie viele Monathe nach einander das Waſſer auf die erſte Art auflöſet, und man faſt gar keine Wolke am Himmel ſieht. Wäre hier die Verminderung der wahren Feuchtigkeit der Atmoſphäre durch den Regen die einzige, oder wenigſtens die vornehmſte Urſache ihrer vermehrten Ziehkraft, ſo könnte kein Regen lange anhalten, ſondern trübes und gutes Wet-

ter müßten das ganze Jahr über abwechſeln, und die Atmoſphäre würde beſtändig mit Feuchtigkeit beynahe geſättiget ſeyn. Alſo iſt es vorzüglich die Wirkung der elektriſirten Wolken auf die Atmoſphäre, der man die große Schwächung ihrer Ziehkraft zuſchreiben muß: ſobald die obere Luft ſo viele Dünſte verloren hat, daß ſie die Wolken auflöſet, ſobald alſo jene elektriſche Wirkung aufhört, ſo wird auch die Atmoſphäre auf ein Mahl ganz ungemein trocken.

Mehrere erhebliche Einwürfe gegen **de Lüc's** Syſtem ſind vom Herrn **Zylius** α) erhoben worden, dem auch zuletzt noch Herr **Gren** β) beypflichtet. Letzterer ſucht zuerſt diejenige Meinung zu widerlegen, nach welcher der Regen als ein Niederſchlag der in der Luft aufgelöſeten Dünſte betrachtet wird. Denn es ſtehe erſtlich dieſer Meinung entgegen, daß die Verdunſtung ohne alle Luft Statt finden kann, ja dann noch deſto beſſer Statt finde, und hierauf, daß die mit Waſſerdunſt beladene Luft bey gleicher Wärme und abſoluter Elaſticität nach **de Sauſſüre** Beobachtungen ein geringeres ſpecifiſches Gewicht habe, als die trockene, welches nicht ſeyn könnte, wenn das Waſſer ſo in der Luft aufgelöſet wäre, als ein Salz im Waſſer aufgelöſet iſt. Es könne folglich das Waſſer nur als der ſpecifiſch leichtere Theil als Dampf in der Luft enthalten ſeyn. Was nun aber die Folgerungen betreffen, welche Herr **de Lüc** mit ſeinen Anhängern aus den hygrologiſchen anerkannten Erfahrungen abgeleitet hätten, ſo irrten ſie ſehr, daß das Hygrometer die Abweſenheit oder Anweſenheit aller wäſſerigen Baſis in der Atmoſphäre anzeigen ſolle, mithin auch den elaſtiſchen Waſſerdampf. Die Erfahrungen des Herrn **de Lüc** lehrten ja ſelbſt, daß eine empfindliche hygroſkopiſche Subſtanz im Waſſerdampfe, der durch die nöthige Wärme durchaus im elaſtiſchen Zuſtande erhalten wird, auf Trockniß zeige. Nur dann,

α) Prüfung der neuen Theorie des Herrn de Lüc vom Regen, und ſeiner daraus abgeleiteten Einwürfe gegen die Auflöſungstheorie. Berlin 1795. 8.

β) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 947. 948.

dann, wenn ein Theil des Dampfes durch Abkühlung und Zuſammendrückung zerſetzet werde, entſteht Feuchtigkeit im Dampfe durch die jetzt abgeſchiedene Baſis. Das Hygrometer werde alſo in der Luft nur von demjenigen Waſſer afficiret, das als höchſt fein zertheiltes liquides Waſſer darin ſchwebt, und durch Zerſetzung des Dampfes darin niedergeſchlagen iſt. Es müſſe Herr **de Lüc** erſt beweiſen, daß die hygroſkopiſche Subſtanz ſeines Hygrometers auch Waſſerdämpfe bey gleicher Temperatur mit denſelben zerſetze, oder zur Baſis des Waſſerdampfes eine ſtärkere Anziehung habe, als der Wärmeſtoff; ſonſt brauche man ſich mit dem Herrn de Lüc nicht zu verwundern, wie das Hygrometer in hohen Gegenden der Atmoſphäre auf große Trockniß zeigen, und doch in dieſen Gegenden oft plötzlich ungemein viel Regen entſtehen könne, und man könne ihm nicht die Folgerung zulaſſen, daß dieſes Waſſer nicht als Dampf, ſondern als Luft in der Atmoſphäre zugegen geweſen ſeyn müßte.

Aus dem Nachlaſſe des Herrn Hofr. **Lichtenberg** iſt neuerlich in einer kleinen zu Göttingen herausgekommenen Schrift die Theorie des Herrn **de Lüc** von neuem wieder vertheidiget, in welcher beſonders die Einwürfe des Herrn **Zylius** oft mit Heftigkeit ſind angegriffen worden. Bey alle dem ſcheinen jedoch die Gründe des Herrn Hofr. **Lichtenberg** noch nicht ſtark genug zu ſeyn, die Einwürfe des Hrn. **Zylius** gänzlich zu widerlegen.

Aus allem dieſen angeführten ſieht man, daß man zuletzt doch wieder auf die erſte Meinung von der Entſtehung des Regens zurückgekommen iſt, und daß die ſo gewöhnliche Erſcheinung der Regen noch manche Schwierigkeiten zurückläßt, den wahren Gang der Natur bey der Entſtehung deſſelben genau darzuſtellen. Sehr wahrſcheinlich hat die Elektricität großen Theil daran, nur iſt es noch unbekannt, wie dieſe wirke.

M. ſ. *van Muſſchenbroek* introductio ad philoſophiam naturalem Tom. II. §. 2358 ſq. **Torb. Bergmann** phyſikaliſche Beſchreibung der Erdkugel; a. d. Schwed. durch **Röhl.**

Röhl. B. II. Greifsw. 1780. 8. §. 115 f. **Prieſtley** Geſchichte der Elektricität durch **Krünitz**. S. 232 f. **J. A. de Lüc** neue Ideen über die Meteorologie; a. d. Franzöſ. Th. II Berl. u d Stett. 1788. 8. S. 1 — 200.

Regenbogen (iris, arcus, arcus coeleſtis, arc-en-ciel). Dieſe Nahmen führet der in den Regenwolken gleichſam abgemahlte farbige Bogen, wenn ſie von der Sonne beſchienen werden, und der Zuſchauer zwiſchen den Wolken und der Sonne ſich befindet. Dieſer Bogen gehöret zu den emphatiſchen oder glänzenden Meteoren, welche bey den Alten vorzugsweiſe **Meteore** (meteora emphatica, μετεωρα τα κατ' εμφασιν) genannt wurden. Dieſe prächtige Erſcheinung hat ganz ihren Grund in der Reflexion der Sonnenſtrahlen innerhalb der Regentropfen der Wolken, und in der verſchiedenen Brechbarkeit des weißen Lichtes.

Gewöhnlich ſieht der Zuſchauer zwey Regenbogen zugleich, welche concentriſch ſind, und eine merkliche Weite von einander abſtehen. Die lebhafteſten Farben beſitzet der innere Regenbogen, und heißt dieſerwegen der **Hauptregenbogen** (iris primaria); über demſelben befindet ſich der äußere (iris ſecundaria), welcher weit weniger lebhaftere Farben hat. Bisweilen nimmt man auch noch innerhalb des Hauptregenbogens einen oder auch mehrere von noch weit ſchwächern Farben gewahr. Bey dieſen Regenbogen zeigen ſich die Hauptfarben des gläſernen dreyſeitigen Prisma jedoch ſo, daß ſich bey dem Hauptregenbogen die rothe Farbe nach außen, die violette aber nach innen zeiget; beym äußern Regenbogen hingegen befinden ſich dieſe Farben in gerade umgekehrter Ordnung.

Es ſey (fig. 21.) afbd eine Kugel von einer durchſichtigen Materie, z. B. Waſſer, Glas u. ſ., auf welche die Sonne von der einen Seite her ſcheine. Alle die Strahlen, welche von der Sonne f herkommen, wie fd, fa u. ſ. können als unter ſich parallel angeſehen werden. Derjenige Strahl, welcher nach dem Mittelpunkte c gerichtet iſt, geht ungebrochen bis an die Hinterfläche der Kugel, wo ein Theil davon

davon wieder zurückgeworfen wird, der folglich durch den Mittelpunkt c nach a zurück in ſich ſelbſt geht, und hier ungebrochen wieder in a fällt. Andere Strahlen aber, wie z. B. ſd werden an der Vorderfläche der Kugel gebrochen. Dieſer Strahl ſd wird nämlich in der Kugel in die Lage de gebrochen, fällt in dieſer Richtung auf die Hinterfläche e, wo ein Theil zwar hindurchgeht, ein anderer Theil aber doch zurückgeworfen wird, ſo daß der Winkel $\beta = \gamma$ iſt, wie nach dem Geſetz der Reflexion erfordert wird. Dieſer zurückgeworfene Theil kommt bey f wieder an die Vorderfläche, wo er beym Ausgange nach fg hin gebrochen wird. Befindet ſich nun ein Zuſchauer in g, ſo daß er ſein Geſicht gegen die Kugel, und die Sonne hinter ſich hat, ſo erhält ſelbiger von f aus einen Theil des auffallenden Sonnenſtrahls ſd, welcher durch eine doppelte Brechung in d und f, und eine Reflexion in e ins Auge kommt, nach einer Richtung fg, welche mit der Linie durch die Sonne und das Auge des Zuſchauers, oder mit gk den Winkel x macht. Nun treffen die Vorderfläche der Kugel unzählige Sonnenſtrahlen alle mit ſd parallel, wovon ein jeder einen andern Weg nach der Brechung in der Kugel nimmt, und auf ſolche Art gibt es für jedes d auf der Vorderfläche ein beſtimmtes ihm zugehöriges f auf ſelbiger, und einen andern Winkel x. Es wird folglich das auffallende Sonnenlicht durch alle Stellen der Kugel nach unzähligen Richtungen zerſtreuet, und dadurch unmerklich gemacht. Inzwiſchen kann es doch auf der Kugel eine Stelle geben, wo die nahe neben einander ausgehenden Strahlen mit einander parallel ſind, wie ſolches die fig. 22. vorſtellet. Dieſer Fall wird eintreten, wenn Sonnenſtrahlen auf Stellen wie d und l treffen, welche nach der Brechung in einerley Punkt e der Hinterfläche der Kugel zuſammen kommen. Denn alsdann werden ſie bey e unter eben den Winkeln reflektirt, treffen in der Vorderfläche die Stellen f, m, und werden da wieder in Lagen gebrochen, die unter ſich parallel ſind, ſo wie es das Brechungsverhältniß verlangt. An einer ſolchen Stelle wird aber das ausgehende

Licht durch keine Divergenz geschwächt, mithin muß es das entfernte Auge weit stärker rühren, als das Licht der übrigen Stellen, welches in divergirenden Strahlen ausgeht, oder deſſen Strahlen ſich durchkreuzen. Man nennt daher auch die parallel ausgehenden Strahlen f, m die **wirkſamen Strahlen** (radii efficaces), und es kommt bey der Theorie des Regenbogens darauf an, die Stellen auf der Kugelfläche, wo dieſe Strahlen hinfallen, und den Winkel x zu finden, welchen die Richtung derſelben beym Ausgange mit der beym Eingange machen. Es iſt übrigens leicht einzuſehen, daß ſich der Winkel x an der Stelle der wirkſamen Strahlen nicht ändern darf, wenn ſich gleich die Stellen d und f ein wenig ändern. Denn weil die nahe an einander ausgehenden Strahlen mit einander parallel ſeyn ſollen, ſo muß auch ihr Winkel mit einerley dritten Linie ſx ein und der nämliche bleiben, und darf ſich folglich nicht ändern. Die Findung der wirkſamen Strahlen für jede Stelle von d hängt bloß von der Beſtimmung des Winkels x aus dem bekannten Brechungsverhältniſſe ab, indem nämlich alsdann in der gefundenen Gleichung das Differenzial von x der Null gleich geſetzet wird. Hieraus iſt zugleich klar, wie die höhere Mathematik zeiget, daß dieſer Winkel für die wirkſamen Strahlen entweder ein Größtes oder Kleinſtes ſeyn müſſe, weil eine jede veränderliche Größe an derjenigen Stelle, wo ihr Differenzial $= 0$ iſt, entweder ein Größtes oder Kleinſtes iſt.

Man ſetze nun (fig. 21.) den Einfallswinkel $sdn = dca = \alpha$, den gebrochenen Winkel $cde = \beta$, ſo iſt wegen des gleichſchenklichten Dreyecks cde der Winkel $cde = ced$ alſo auch $= \beta$. Weil ferner der reflektirte Strahl ef mit dem einfallenden de einerley Winkel macht, ſo muß auch $\beta = \gamma$, und demnach auch in dem gleichſchenklichten Dreyecke cef der Winkel $\varepsilon = \gamma = \beta$ ſeyn. Daraus folgt, daß die beyden Dreyecke dcx und fcx einander gleich und ähnlich ſind, mithin ſich decken, und der verlängerte Halbmeſſer ce den Winkel x halbiren müſſe. Nun hat man $\beta = \delta +$

$\frac{1}{2}x$

$\frac{1}{2}x$, folglich $\frac{1}{2}x = \beta - \delta$; nun iſt ferner $\beta + \delta = \alpha$, weil beyde Vertikalwinkel ſind, mithin $\delta = \alpha - \beta$. Daraus ergibt ſich alſo für jedes α oder für jede Stelle d auf der Kugel

$$\tfrac{1}{2}x = \beta - (\alpha - \beta) = 2\beta - \alpha, \text{ oder}$$
$$x = 4\beta - 2\alpha, \text{ und } dx = 4d\beta - 2d\alpha.$$

Für die Stelle der wirkſamen Strahlen, wo $dx = 0$ ſeyn muß, wird daher

$$0 = 4d\beta - 2d\alpha, \text{ und } 2d\alpha = 4d\beta \text{ oder}$$
$$d\alpha = 2d\beta \text{ ſeyn; daher auch } d\alpha^2 = 4d\beta^2$$

Das Brechungsverhältniß aus der Luft in die brechende Materie der Kugel ſey $= \mu : \nu$, mithin $\sin.\alpha : \sin.\beta = \mu : \nu$ (m. ſ. **Linſengläſer**), ſo wird $\nu . \sin.\alpha = \mu . \sin.\beta$, mithin

$$\nu . \cos.\alpha . d\alpha = \mu . \cos.\beta\, d\beta \text{ und}$$
$$\nu^2 \cos.\alpha^2 . d\alpha^2 = \mu^2 . \cos.\beta^2 . d\beta^2$$
$$= (\mu^2 - \nu^2 \sin.\alpha^2)\, d\beta^2$$

$$\text{A)}\ \nu^2 . \cos.\alpha^2 . d\alpha^2 = (\mu^2 - \nu^2 + \nu^2 . \cos.\alpha^2)\, d\beta^2$$

Subſtituirt man nun in dieſer letzten Formel ſtatt $d\alpha^2$ den gleichen Werth $4d\beta^2$, wie es für die wirkſamen Strahlen ſeyn ſoll, ſo verwandelt ſie ſich in dieſe

$$4\nu^2 . \cos.\alpha^2 = \mu^2 - \nu^2 + \nu^2 . \cos.\alpha^2$$

woraus dann gezogen wird

$$\text{B)}\ \cos.\alpha^2 = \frac{\mu^2 - \nu^2}{3\nu^2} \text{ und } \sin.\beta^2 = \frac{4\nu^2 - \mu^2}{3\mu^2}.$$

Auch dieſes lehret **Newton** *).

Iſt die Kugel von Waſſer, und das Brechungsverhältniß aus Luft in Waſſer $= 4:3$, ſo gibt die Formel B) das Quadrat von

$$\cos.\alpha = \frac{16 - 9}{27} = \tfrac{7}{27} = 0{,}259259259 \text{ - - -}$$

und davon die Quadratwurzel $= 0{,}5091506$ - -, woraus nach den trigonometriſchen Tafeln $\alpha = 59^\circ\ 24'$ gefunden wird; und das Quadrat

von

*) Opticae Lib. II. P. I. propoſ. 10.

von ſin. $\beta = \frac{36 - 16}{48} = \frac{20}{48} = \frac{5}{12} = 0{,}4166666$ - -

und die Quadratwurzel daraus $= 0{,}64546624$ - -, woraus $\beta = 40^\circ 12\frac{1}{2}$ gefunden wird. Daraus ergibt ſich nun $x = 4\beta - 2\alpha = 160^\circ 50' - 118^\circ 48' = 42^\circ 2'$. Mithin wird jede Waſſerkugel, deren ausgehender und ins Auge fallender Strahl fg mit der Linie aus der Sonne gk einen Winkel von $42^\circ 2'$ macht, an der Stelle f helles Sonnenlicht zeigen.

Geſetzt nun, das Auge (fig. 23.) g habe dieſe Lage, daß es eine Fläche oder Wand von Waſſertropfen wie b, a ſiehet, wenn die Sonne hinter ſelbigem ſich befindet und die Fläche nach den Linien fa, fb beſcheinet, ſo werden alle diejenigen Strahlen wie gf, welche mit gk einen Winkel von $42^\circ 2'$ machen, an der Wand den Bogen amon treffen. Alle Stellen dieſes Bogens müſſen heller erſcheinen, als die übrigen. Da nun von allen Punkten der ſcheinbaren Sonnenſcheibe Sonnenſtrahlen einfallen, ſo wird aus dem Bogen amon ein heller Streif von concentriſchen Bogen, von der Breite des ſcheinbaren Sonnendurchmeſſers.

Das Auge würde daher die Erſcheinung des Regenbogens wirklich als einen ſolchen hellen Streif ſehen, wenn es keine Farbenzerſtreuung gäbe. Weil aber dieſe bey jeder Brechung Statt findet, mithin das Verhältniß $\mu:\nu$ für alle Farbenſtrahlen verſchieden iſt, ſo folgt daraus, daß auch der Werth von x für jede Farbe ein anderer ſeyn, und daher jede Farbe einen beſondern Bogen um den Mittelpunkt k ſich bilden müſſe.

Nach **Newton** iſt das Brechungsverhältniß $\mu:\nu$ aus Luft in Waſſer für die rothen Strahlen $108:81 = 4:3$, für die violetten $109:81$. Es gilt daher vorige Rechnung nur für rothe Strahlen. Für die violetten Strahlen wird das Quadrat des

$$\text{coſ.}\ \alpha = \frac{11881 - 6561}{19683} = \frac{5320}{19683},$$ und

das

das Quadrat von ſin. $\beta = \frac{26244 - 11881}{35643} = \frac{14363}{35643}$, woraus mittelſt der trigonometriſchen Tafeln $\alpha = 58^\circ\ 40'$ und $\beta = 39^\circ\ 24'$ gefunden wird. Daraus ergibt ſich alſo $x = 4\beta - 2\alpha = 157^\circ\ 36' - 117^\circ\ 20' = 40^\circ\ 16'$, als der ſcheinbare Halbmeſſer für den violetten Bogen. Daher erhellet es, daß der violette Bogen inwendig fällt, weil er einen kleinern ſcheinbaren Halbmeſſer, als der rothe Bogen hat. Es iſt alſo die ganze Breite des farbigen Streifs dem Unterſchiede der Halbmeſſer des rothen und des violetten Bogens gleich, wird aber doch wegen der Breite der Sonnenſcheibe noch um den Sonnendurchmeſſer, d. i., um 30′ vergrößert; mithin iſt die Breite dieſes Streifs $= 42^\circ\ 2' - 40^\circ\ 16' + 30' = 2^\circ\ 16'$.

Nach dieſer Theorie des Hauptregenbogens beträgt alſo der kleinſte Halbmeſſer $40^\circ\ 1'$ und der größte $42^\circ\ 17'$. Die andern Farben erſcheinen zwiſchen der Breite des Regenbogens nach ihrer verſchiedenen Brechbarkeit.

Die bey e an der Hinterfläche der Kugel (fig. 21.) zurückgeworfenen Strahlen gehen zwar bey f größtentheils aus der Kugel, ein Theil wird aber doch noch in die Lage fh reflektirt, und beym Ausgange nach hi gebrochen. Von ſolchen zwey Mahl gebrochenen und zwey Mahl reflektirten Strahlen können auch einige wirkſame, d. i., nahe und parallele, wie es die fig. 24. vorſtellet, ins Auge g kommen. Solche Strahlen werden diejenigen ſeyn, welche die Vorderfläche der Kugel am untern Theile bey d treffen, ſich, noch ehe ſie an die Hinterfläche kommen, durchkreuzen, von ei parallel nach fh gehen, ſich daſelbſt nach der Zurückwerfung abermahls durchkreuzen, und bey ak beym Ausgange parallel ins Auge kommen. In dieſer parallelen Lage ſchneiden ſie die nach der Sonne gehende Linie ſd unter dem Winkel ω, deſſen Differenzial aus eben den Gründen, wie vorhin, $= 0$ ſeyn muß.

In dem Fünfecke ckfed, welches der Weg eines ſolchen Strahls bildet, iſt die Summe aller Winkel, wie in

jedem Fünfecke, ſechs rechten Winkeln gleich. Setzt man alſo den rechten Winkel $= R$, ſo findet man den Winkel $\omega = 6R - (d + k) - (e + f)$, und, weil $d = k$, und $e = f$, ſo wird $\omega = 6R - 2d - 2e$. Nun iſt aber der Winkel d der Nebenwinkel von δ, mithin $2d = 4R - 2\delta$ $= 4R - 2\alpha + 2\beta$, und $2e = 4\beta$; mithin wird

$$\omega = 6R - 4R + 2\alpha - 2\beta - 4\beta$$
$$= 2R + 2\alpha - 6\beta \text{ und}$$
$$d\omega = 2d\alpha - 6d\beta.$$

Wird nun $d\omega = 0$ geſetzet, ſo erhält man $2d\alpha = 6d\beta$ oder $d\alpha = 3d\beta$. An dieſer Stelle wird der Winkel ω ein Kleinſtes, und gibt den Winkel der wirkſamen Strahlen.

Setzt man nun in obiger Formel A) für $d\alpha^2$ den gleichen Werth $9d\beta^2$, ſo verwandelt ſich ſelbige in

$$9\nu^2 . \text{coſ. } \alpha^2 = \mu^2 - \nu^2 + \nu^2 \text{ coſ. } \alpha^2.,$$

woraus gezogen wird

$$\text{C) coſ. } \alpha^2 = \frac{\mu^2 - \nu^2}{8\nu^2} \text{ und ſin. } \beta^2 = \frac{9\nu^2 - \mu^2}{8\mu^2}$$

Iſt das Brechungsverhältniß $= 4:3$, ſo findet man das Quadrat

$$\text{von coſ. } \alpha = \frac{16 - 9}{72} = \frac{7}{72}, \text{ und das Quadrat}$$

$$\text{von ſin. } \beta = \frac{81 - 16}{128} = \frac{65}{128},$$

woraus mittelſt der trigonometriſchen Tafeln $\alpha = 71° 50'$ und $\beta = 45° 27'$ gefunden wird. Es iſt alſo der Werth von

$$\omega = 180° + 143° 40' - 272° 42' = 50° 58'.$$

Befindet ſich alſo das Auge (fig. 23.) g einer von der Sonne beſchienenen Tropfenwand gegenüber, ſo treffen diejenigen Geſichtslinien, welche mit gk einen Winkel von faſt 51° machen, an der Wand den Bogen qhp, deſſen Stellen auch wirkſameres Licht, als die übrigen, ins Auge ſenden. Daher nimmt man hier einen zweyten hellen Bogen auswendig von jenem etwa um 9° entfernet gewahr, welcher wegen der Größe der Sonnenſcheibe eine Breite von 30′ hat.

Weil

Weil aber bey jeder Brechung eine Farbenzerſtreuung Statt findet, ſo enthält eigentlich dieſer Bogen bloß rothes Licht, indem das bey der Rechnung angenommene Brechungsverhältniß nur für rothe Strahlen gilt.

Für die violetten Strahlen, wo $\mu : \nu = 109 : 81$ iſt, wird das Quadrat von

$$\text{coſ.}\ \alpha = \frac{11881 - 6561}{52488} = \frac{5320}{52488},$$

und das Quadrat von

$$\text{ſin.}\ \beta = \frac{59049 - 11881}{95048} = \frac{47168}{95048},$$ woraus

$\alpha = 71^\circ\ 26'$ und $\beta = 44^\circ\ 47'$ gefunden wird. Es iſt daher $\omega = 180^\circ + 142^\circ\ 52' - 268^\circ\ 42' = 54^\circ\ 10'$. Hieraus erhellet, daß der violette Bogen auswendig fällt, weil ſein Halbmeſſer größer iſt, als der vom rothen Bogen. Die übrigen Farbenbogen befinden ſich zwiſchen dieſen beyden Bogen nur in einer Ordnung, welche der beym Hauptregenbogen verkehrt iſt. Die Breite des ganzen Farbenbogens beträgt alſo $54^\circ\ 10' - 50^\circ\ 58' + 30' = 3^\circ\ 42'$.

Es beträgt demnach der kleinſte Halbmeſſer $= 50^\circ\ 43'$, der größte $54^\circ\ 25'$. Es iſt übrigens ſehr leicht zu begreifen, daß dieſer äußere Regenbogen viel bläſſer und ſchwächer als der innere ſeyn müſſe, weil er bloß von dem Ueberreſte der Strahlen erzeuget wird, welche bey f (fig. 24.) nicht völlig ausgehen, und noch außerdem bey k gebrochen werden, wo auch ſelbſt wieder ein Theil des Lichtes zum dritten Mahle reflektiret wird. Von dieſem zum dritten Mahle reflektirten Lichte kann ein dritter Regenbogen entſtehen. Weil aber dieſes Licht auf der Hinterfläche der Tropfen ausgehet, ſo wird ihn das Auge nur alsdann bemerken, wenn es gegen die Hinterfläche der Tropfen, d. i., gegen die Sonne ſelbſt gerichtet iſt. Es erſcheinet alſo ein Bogen um die Sonne. Die Rechnung darüber wird eben ſo wie bey den vorigen geführet; ſie ergibt, daß für dieſen dritten Regenbogen $4\beta - \alpha$ ein Größtes werden, folglich $d\alpha = 4d\beta$ ſeyn, und

 coſ.

$$\cos.\,\alpha^2 = \frac{\mu^2 - \nu^2}{15\,\nu^2} \text{ und } \sin.\,\beta^2 = \frac{16\,\mu^2 - \nu^2}{15\,\mu^2}$$

ſeyn müſſe. Der äußere Halbmeſſer für die rothen Strahlen beträgt 41° 37′ und die Breite des Regenbogens $4\frac{1}{2}$°. Um dieſen dritten Regenbogen könnte ſich ein vierter von vier Mahl reflektirtem Lichte bilden, für welchen $5\beta - \alpha$ ein Größtes, mithin $d\alpha = 5\,d\beta$ wäre, und in der Formel für $\cos.\,\alpha^2$ der Diviſor $24\,\nu^2$ ſeyn müßte. Der rothe Bogen würde hierbey inwendig ſich befinden, einen Halbmeſſer von 43° 53′, und der Regenbogen eine Breite von 5° 41′ beſitzen. Es wird aber dieſer, ſo wie der dritte, wegen Nähe der Sonne, und wegen des äußerſt ſchwachen Lichtes nie ſichtbar, wenn auch gleich Regenwolken in dieſer Gegend ſich befinden.

In der Natur ſelbſt kommen bloß der Hauptregenbogen und der zweyte äußere vor. Dieſe entſtehen, ſobald eine regnende Wolke von der Sonne beſchienen werden kann, und der Zuſchauer eine ſolche Lage hat, daß die reflektirten Strahlen gehörig ins Auge gelangen können. Es ſind zwar die Tropfen, durch welche der Regenbogen gebildet wird, im Fallen, und derjenige Tropfen, welcher dem Auge rothes Licht zuſendete, wird demſelben in folgenden Augenblicken gelbes, grünes und zuletzt blaues Licht zuſchicken; allein es tritt an die Stelle des vorigen alle Augenblicke ein anderer Tropfen, ſo daß die Tropfen, welche den Regenbogen bilden, als unbeweglich angeſehen werden können, ſo lange es regnet. Gewöhnlich iſt auch die Regenwolke vom Auge weiter entfernet, als der Halbmeſſer der Geſichtsgrenze beträgt; daher müſſen nothwendig alle Farben des Regenbogens, ſo weit nämlich der Regenbogen gehet, als Kreisbogen vom Auge geſehen werden. Demnach iſt der Regenbogen ſelbſt als ein Streifen oder als ein Ring von der Grundfläche eines geraden Kegels zu betrachten, deſſen Spitze der Mittelpunkt des Auges iſt. Der Mittelpunkt des Regenbogens, das Auge und die Sonne ſind beſtändig in einer geraden Linie. Daraus iſt alſo klar, daß ein jeder Zuſchauer

ſeinen

ſeinen eigenen Regenbogen wahrnimmt. Wenn an einer Stelle der Wolke die Regentropfen fehlen, ſo bildet ſich kein zuſammenhängender Bogen, und man nennt ein ſolches kurzes Stück des Regenbogens eine **Regengalle**.

Man pflegt gewöhnlich zu ſagen, daß der Horizont einen Theil des Regenbogens bedecke. Allein es kömmt hier nicht auf den Horizont, ſondern vielmehr auf die Größe der regnenden Wolke an. So weit ſich nämlich dieſe erſtrecket, und ſo weit ſie die Sonne beſcheinen kann, ſo weit reicht auch der Regenbogen. Im platten Lande wird freylich die Tropfenwand, mithin auch der Regenbogen vom Horizonte begrenzt. Befindet ſich aber der Zuſchauer in der Höhe, und ſieht den Regen, auf welchem die Sonne ſcheinet, bis in die tiefſten Gegenden fallen, ſo ſieht er auch den Regenbogen ſo weit, als der Regen fällt, und es ſcheinet derſelbe mit ſeinen Schenkeln gleichſam auf den Feldern aufzuſtehen, auf welchen die vorderſten Regentropfen niederfallen. Sonſt hegte man wohl den Aberglauben, daß daſelbſt, wo die Schenkel der Regenbogen aufſtehen, goldene Schüſſeln ſich befinden; es konnte aber niemand zu dieſen Ort kommen; denn beym Fortgehen des Zuſchauers änderte auch der Bogen ſeine Stelle, und ſchien gleichſam vor demſelben zu fliehen. Auch rühmten die Alten den Wohlgeruch derjenigen Geſträuche, auf welchen des Regenbogens Schenkel geſtanden hätten *).

Wenn die Tropfenwand dem Auge nahe iſt, und dieſes eine ſolche Stellung hat, daß es 42° unter dem Mittelpunkte des Bogens noch Tropfen ſieht, ſo erſcheinet ihm der Regenbogen als ein völliger Kreis. Dieſer Fall findet Statt bey Staubregen, welche von Waſſerfällen, Springbrunnen u. dgl. entſtehen, wo der naheſtehende Zuſchauer, der die Sonne im Rücken hat, ganze farbige Kreiſe ſiehet. Wird aber die Tropfenwand von dem Horizont begrenzt, ſo wird auch der Zuſchauer ein deſto kleineres Stück vom Regenbogen ſehen können, je höher die Sonne über dem Horizont

*) Plini. hiſtor. natur. L. XII. c. 24.

ſich befindet; denn, weil der Mittelpunkt des Regenbogens, das Auge und die Sonne in einerley geraden Linie liegen, ſo muß auch der Mittelpunkt des Regenbogens gerade ſo tief unter dem Horizonte des Zuſchauers liegen, als die Höhe der Sonne über dem Horizonte beträgt. Iſt alſo die Höhe der Sonne über dem Horizonte 42° und drüber, ſo kann auch der Beobachter den Hauptregenbogen nicht mehr ſehen; eben ſo würde er auch den Nebenregenbogen nicht mehr wahrnehmen können, wenn die Höhe der Sonne über dem Horizont 51° und drüber beträgt. Fiel im Gegentheil die Sonne gerade in den Horizont des Beobachters, ſo würde dieſer nun die Hälfte des Regenbogens überſehen können. Daraus erhellet, warum bey uns in den längſten Tagen um Mittag in den gewöhnlichen Stellungen des Auges kein Hauptregenbogen wahrgenommen werden kann.

Weil wir durch einen Geſichtsbetrug die Winkel gegen den Horizont hin gewöhnlich größer ſchätzen, als gleiche höher geſehene, m. ſ. **Himmel**, ſo kommt es auch, daß wir den Regenbogen unten für breiter, als in der Höhe halten. Aus dem nämlichen Grunde kann der Regenbogen in einer elliptiſchen Geſtalt erſcheinen, es kann uns auch vorkommen, als ob er eine ſchiefe Lage hätte, wenn nämlich die Tropfen eine verſchiedene Entfernung vom Auge beſitzen, und ſelbiges durch irgend einen Umſtand Veranlaſſung erhält, dieſe Verſchiedenheiten zu bemerken.

Zur Beſtätigung der Theorie des Regenbogens kann folgender leichte Verſuch dienen: man füllt eine dünne hohle gläſerne Kugel mit Waſſer an, welche an einer Schnur aufgehangen, und mittelſt derſelben durch Hülfe einer Rolle auf- und niedergezogen werden kann. Wird nun dieſe Kugel von der Sonne beſchienen, und das Auge ſo geſtellet, daß die Geſichtslinie mit den Sonnenſtrahlen einen Winkel von 42° macht, ſo ſieht man an der untern oder von der Sonne abgewendeten Seite ein ſehr lebhaftes Roth; läßt man hierauf die Kugel nach und nach weiter herab, ſo erſcheinen auch nach und nach ſtatt der rothen Farbe gelb, grün und blau.

Bringt man hingegen die Kugel weiter in die Höhe bis zu einem Winkel von 51°, ſo erſcheinet roth auf der obern oder gegen die Sonne abgekehrten Seite, und die übrigen Farben folgen, wenn die Kugel höher gezogen wird. Die nämliche Wirkung erfolget, wenn die Kugel völlig ruhig bleibt, das Auge aber ſeine Stelle auf die gehörige Art ändert.

Dieſe bisher vorgetragene Theorie des Regenbogens, welche eine der ſchönſten in der Naturlehre iſt, hat, beſonders ſeit **Newtons** Zeiten, eine ſo große Uebereinſtimmung mit der Erfahrung gezeiget, daß niemand an der Richtigkeit derſelben gezweifelt hat. Gleichwohl ſind in den neuern Zeiten von einem Schriftſteller *) Zweifel dagegen erhoben worden. Nach deſſen Verſicherung habe er ſich bey 30 verſchiedenen Beobachtungen nie in der Axe des von ihm geſehenen Regenbogens, wie es die gewöhnliche Theorie erfordere, ſondern allemahl rechts oder links neben der Axe befunden. Er habe ſogar zuweilen an einem der beyden Füße des Regenbogens geſtanden, wobey derjenige Fuß, welcher ſich nahe an ſeinem Fenſter endigte, das Dach und die Wand des benachbarten Hauſes gefärbt habe, wiewohl die Regentropfen nur ſehr einzeln herabgefallen wären. Er führet ferner Beobachtungen an, wo man zwey bis drey Regenbogen zugleich an verſchiedenen Stellen des Horizontes bemerket habe; und er ſelbſt will im Nov. 1787. zwey ſehr ſtark gefärbte Bogen mit Farben in einerley Ordnung geſehen haben, wobey der Umkreis des größern durch den Mittelpunkt des kleinern gegangen ſey. Bey ſeinen Reiſen in die Gebirge des ſüdlichen Frankreichs ſey er verſichert worden, daß ein und der nämliche Regenbogen allen Beobachtern in einem Umfange von drey bis vier Quadratmeilen erſcheinen könne, und daß ſie die Grenzen desſelben auf dieſelben Punkte des Horizontes referirten. Der äußere Regenbogen ſtehe von dem Hauptregenbogen weit geringer ab, als nach der gemeinen

*) Obſervations ſur arc-en-ciel, ſuivies de l'application d'une nouvelle theorie aux colères de ce phenomène; par M. l'*Abbé* P.... à Paris 1788. 8.

meinen Theorie ſeyn müßte, und ſcheine beynahe unmittelbar an dieſen zu grenzen. Ueberdem ſehe man nicht allezeit zwey Bogen, ſondern oft nur einen, auch wohl drey, welches alles aus der gewöhnlichen Theorie ſich nicht einſehen laſſe. Alles dieß hat ihm Veranlaſſung gegeben, die Erſcheinung des Regenbogens mehr aus der Beugung des Lichtes abzuleiten, welche das Sonnenlicht erleidet, wenn es durch eine Oeffnung in einer vorhandenen Wolkenmaſſe auf einen dunkeln Grund fällt. Weil nämlich die Beugung des Lichtes nur am Rande der Oeffnung Statt hat, ſo wird auch das gegenüber projicirte Sonnenbild nur am Rande gefärbet ſeyn. Dieſes Bild hat eine beträchtliche Größe, weil die Wolke weit entfernet iſt, und beſitzet eine kreisrunde Geſtalt, weil das Licht in einem dunkeln Zimmer allemahl ein kreisförmiges Bild projicirt, wenn auch gleich die Oeffnung, wodurch das Sonnenlicht geht, nicht kreisförmig iſt; es würde alſo auch der Regenbogen einen völligen Kreis vorſtellen, wenn ihn nicht die Erde durchſchnitte. Hieraus erkläret er auch den Schatten, welcher jeder Zeit an der äußern Grenze des Regenbogens erſcheinet, und nach der gewöhnlichen Theorie davon abgeleitet wird, daß die außerhalb des Bogens befindlichen Tropfen gar kein Licht ins Auge ſenden. Ein ſolcher Schatten zeige ſich um jedes Sonnenbild im verfinſterten Zimmer. Der äußere Bogen entſteht nach ihm aus einer ordentlichen Abſpiegelung des Hauptregenbogens im dunkeln Hintergrunde.

Alle dieſe Einwürfe ſcheinen aber doch lange nicht hinreichend zu ſeyn, um die gewöhnliche Theorie des Regenbogens, welche mit der Erfahrung aufs vollkommenſte übereinſtimmt, über den Haufen zu werfen. Die Beobachtungen, welche hier ſind angeführet worden, könnten wohl mehr von Phänomenen herrühren, die mehr zu den Halonen und Höfen, als zu den wahren Regenbogen gehören. Ueberhaupt kann es farbige Bogen am Himmel geben, welche aus keiner von beyden Theorien erkläret werden können. Dergleichen einzelne Beobachtungen ſcheinen alſo keine hinreichende

Gründe

Gründe zu geben, von der gemeinen Theorie des Regenbogens abzugehen.

Was die Geſchichte der Meinungen über die Entſtehung des Regenbogens betrifft, ſo findet man ſie bey **Sturm** [α]), und ſehr vollſtändig bey **Bergmann** [β]). Auch findet man ſie erzählet von **Mallet** [γ]) und **Kotelnikow** [δ]). Ein ſolches glänzendes Phänomen, wie der Regenbogen iſt, mußte nothwendig ſchon die Alten aufmerkſam machen, um die Entſtehung desſelben auf irgend eine Art zu erklären. **Ariſtoteles** [ε]) führet an, daß der Regenbogen nie mehr als ein halber Kreis ſey, und dieſes nur beym Auf- oder Untergange der Sonne; je höher die Sonne am Himmel ſey, deſto kleiner ſey der Regenbogen, ſo daß im Sommer zu Mittage in Griechenland kein Regenbogen entſtehen könne; es zeigen ſich an ſelbigem dreyerley Farben, und wenn zwey Regenbogen erſcheinen, ſo habe der äußere ein matteres Licht. Auch berichtiget er einige Sätze ſeiner Vorgänger z. B. daß der Mond keinen Regenbogen verurſachen könne. Einen künſtlichen Regenbogen könne man machen, wenn man mit einem Ruder ins Waſſer ſchlage, oder ſonſt auf eine andere Art das Waſſer herumſpritze, wobey der Zuſchauer aber den Rücken gegen die Sonne zugekehret haben müſſe. Nach ſeiner Meinung wird der Regenbogen durch Zurückwerfung der Sonnenſtrahlen hervorgebracht. Dadurch entſtehe nämlich eine Menge Sonnenbilder, deren jedes unvollkommen ſey, und nur Farben zeige, weil jeder Tropfen zu klein ſey, um ein ſichtbares Bild zu geben. **Seneca** [ζ]) trägt eben die Meinungen des Ariſtoteles über den Regenbogen vor, und

 füget

α) Θαυμαντιαδος Θαυμασια ſ. iridis admiranda ſub rationis accuratius examen reuocata. Norib. 1699. 4.

β) De arcus coeleſtis explicationibus in ſ. opuſc. phyſ. chem. Vol. V. Lipſ. 1788. 8. p. 314.

γ) Ueber die Erklärung des Regenbogens, in den ſchwed. Abhandl. 1763. S. 239.

δ) Phaenomenorum iridis ſ. arcus coeleſtis diſquiſitio in nov. commentat. Petropol. Tom VII. p. 252.

ε) Meteor. Lib. III. cap. 2 et 3.

ζ) Quaeſtion. natural. l. cap. 2 — 6.

ſüget ſeine eigene Erklärung hinzu, daß der Regenbogen das von einer hohlen und feuchten Wolke zurückgeworfene Bild der Sonne ſey. Daß es verworren ſey, verurſache die Beſchaffenheit und die Figur des Spiegels; daß es farbicht ſey, rühre von der Vermiſchung der Farben des Sonnenlichtes und der Farbe der Wolke her. Im Waſſer erſcheine alles größer, daher auch das Sonnenbild in einer feuchten Wolke vergrößert werde. In Anſehung der Farben des Regenbogens beziehet er ſich auf die eckigen Gläſer, indem dieſe, wenn das Sonnenlicht durch ſie falle, alle Farben des Regenbogens ſpielen, ohne jedoch darauf zu denken, daß das Licht in dieſen eckigen Gläſern gebrochen werde.

Mehr von dem Regenbogen findet ſich in der Optik des **Vitellio** *). Dieſer nimmt zur Entſtehung des Regenbogens außer der Brechung auch die Reflexion des Lichtes an. Die Brechung aber ſieht er bloß als ein Mittel an, das Licht zu verſtärken, um es dem Auge empfindbar zu machen. Im Regenbogen nimmt er nur drey Hauptfarben an, und glaubet, wie **Seneca**, daß ſie aus einer Vermiſchung des Sonnenlichtes mit der dunkeln Farbe der zurückwerfenden Wolke entſtehen. Er iſt auch der erſte, welcher den Halbmeſſer des Bogens beſtimmte, indem er anführet, daß die Höhe des Bogens und der Sonne zuſammen immer 42° ausmachen; erinnert aber, daß die Strahlenbrechung in der Atmoſphäre einen kleinen Unterſchied hierin verurſachen werde. Auch gedenket er des Verſuchs, die Regenbogenfarben durch ein rundes mit Waſſer angefülltes in Sonnenſchein geſtelltes Glas hervorzubringen, wobey ſich auf dem Boden dergleichen Farben zeigen. Er hält aber dieſe Farben nicht für Regenbogenfarben, weil die Anzahl verſchieden ſey, und man ſie nicht durch Zurückſtrahlung, ſondern durch gerade fortgepflanztes Licht ſehe. Dabey bemerket er auch nicht, daß die runde Geſtalt des Glaſes nichts zu der Sache thue.

Nach der Wiederherſtellung der Wiſſenſchaften blieb die Lehre vom Regenbogen noch lange Zeit dunkel. Joſſe

Clictho-

*) Opticae theſaurus per *Frid. Riſnerum.* Baſil. 1572. fol. p. 458 ſq.

Clicthove α) (Jodocus Clicthoveus), welcher 1543 verſtorben, ein Doctor der Sarbonne und Decan des Andreasſtiftes zu Chartres, behauptete, daß der Nebenregenbogen ein Bild des Hauptregenbogens ſey, weil ſich die Farben in umgekehrter Ordnung an ihm zeigen, ſo wie im Waſſer ſich die Bilder der Objekte umgekehrt am Ufer darſtellen. Allein Gilbert β) bemerket, daß hiernach die Figur des äußern Regenbogens, ſo wie die Farben umgekehrt ſeyn, und folglich die erhabene Seite unterwärts liegen müßte; daher nennt er dieſen Gedanken albern, und eines ariſtoteliſchen ſpitzfindigen Kopfes würdig. Gilbert ſelbſt aber führet eben ſo wenig, wie dieſer, etwas erhebliches über den Regenbogen an. Aus der Erſcheinung des Regenbogens wußte man, daß er durch Zurückſtrahlung des Lichtes verurſachet werden müſſe; der einzige Umſtand, welcher zu dieſer Zeit noch nicht erkläret werden konnte, war die regelmäßige Erſcheinung der Farben. Bey der bloßen Zurückwerfung der Strahlen hatte man keine Farben bemerket, wohl aber bey der Brechung; allein niemand verfiel darauf, letztere auf eine ſchickliche Art zu benutzen. Porta γ) erklärte zwar die Farben der Regenbogen durch die Brechung der Strahlen, aber nicht in den einzelnen Tropfen, ſondern in der ganzen Maſſe des Regens oder der Dünſte.

Franz Maurolycus δ) ſetzet den Winkel, unter welchem die Sonnenſtrahlen von der Wolke nach dem Auge zu geworfen werden, bey dem Hauptregenbogen 45°, bey dem äußern 56¼°, und berufet ſich auf eigene Erfahrungen. Die Höhe des Regenbogens könne aber doch bey untergehender Sonne etwas kleiner als 45° gefunden werden, doch wiſſe er aber nicht, wie dieß zugehe; vielleicht rühre es von der nicht ganz genauen Kugelgeſtalt der Tropfen her. Er läßt den Lichtſtrahl ohne Brechung in den Tropfen fahren, und darin

α) Philoſophiae naturalis paraphraſis. Paris 1501. fol.
β) De magnete. p. 273.
γ) De refractione. p. 202.
δ) Photiſmi de lumine et vmbra ad perſpectiv. radiorum et inuidentiam facientes. Venet. 1575. 4. Lugd. 1613. 4. p. 57 ſq.

darin ſieben Mahl von der innern Fläche des Tropfens unter demſelben Winkel von 45° abprellen, und darauf wieder ohne Brechung ins Auge kommen. Er leitet alſo die Entſtehung des Regenbogens nicht, wie alle ſeine Vorgänger thaten, von der Zurückwerfung der Sonnenſtrahlen von der ganzen Wolkenmaſſe, ſondern richtig von den einzelnen Tropfen ab. Die Farben ſollen von der verſchiedenen Menge des Lichtes und von der Beymiſchung des Waſſers herrühren. Er ſcheint übrigens der erſte zu ſeyn, welcher ſieben Farben des Regenbogens zählet, und nennt ihn daher **ſiebenfarbig** (ſepticolor).

Der erſte, welcher den wahren Grund zur Erklärung des Regenbogens geleget hat, war **Johann Fleiſcher**, Rector der Schule zu Goldberg im Fürſtenthume Liegnitz; und nachher Doctor der Theologie und Prediger zu Breslau *). Seiner Meinung nach bildet ſich der Regenbogen in einem thauigen Dunſte (vapor roridus), welcher ſich in Tropfen zu verdichten anfängt, aber noch kein Waſſer oder Regen iſt. Er glaubet, daß nicht allein der Lichtſtrahl ſich in einem Tropfen zwey Mahl brechen, und von einem andern dahinterliegenden Tropfen ins Auge zurückgeworfen werde, ſondern daß er auch vielleicht noch in einem vorliegenden Tropfen wieder gebrochen werden möge. Was den äußern Regenbogen betrifft, ſo weiß er dieſen eben ſo wenig, wie die Farben zu erklären; die letztern leitet er davon ab, daß einige Strahlen mehr als andere in die thauigen Wolken eindringen. Ueber die Größe des Bogens führet er die Erfahrung an, daß bey einer Höhe der Sonne von 13° 36′ die Höhe des Bogens 28° 24′ geweſen ſey, ſo wie die Höhe des Bogens beym Aufgange der Sonne 42° 30′ gefunden worden. Es beträgt alſo die Summe jener beyden Höhen 42° als der Halbmeſſer des Bogens. Dieſen Halbmeſſer hält er jedoch etwas veränderlich. Der Herr Prof. **Scheibel**

*) De iridibus doctrina Ariſtotelis et Vitellionis, certa methodo comprehenſa etc. Witeb. 1511. 8.

bel*) hat von der Schrift des Herrn **Fleiſcher** vollſtändigere Nachricht ertheilet.

Endlich gab auch **Markus Anton de Dominis** [β]), Biſchoff zu Spalatro, die richtige Erklärung von dem Wege der Strahlen an, ob er gleich ſonſt als Phyſiker nicht bekannt iſt. Er behauptete, daß die doppelte Brechung mit einer dazwiſchen vorgehenden Zurückwerfung hinlänglich ſey, ſowohl die Farben zu erzeugen, als auch die Strahlen ins Auge zu bringen, ohne daß weiter eine Zurückwerfung nöthig ſey. Er beſchreibt ganz deutlich den Gang des Strahls, wie er erſtlich oberwärts in den Tropfen gehet, daſelbſt nach der Hinterſeite inwendig hin gebrochen, von da nach unten hin zurückgeworfen, und endlich hier beym Ausfahren aufs neue dergeſtalt gebrochen werde, daß er auf dieſe Weiſe ins Auge komme. Alles dieß leitete er von dem Verſuche mit der gläſernen Kugel ab, welcher oben beſchrieben worden. Weil dieſer Verſuch lehret, daß alle gleichfarbige Strahlen an ähnlich liegenden Stellen jedes Tropfens ausfahren, ſo erkläret er daraus ſehr deutlich, daß jede Farbe einen Kreisbogen bilden müſſe, deſſen Mittelpunkt in der Linie der Sonne durch das Auge liegt. Dieſe Erklärung des Hauptregenbogens muß de Dominis bereits um 1590 gegeben haben, weil nach der Nachricht des Herausgebers derſelbe ſeine Schrift um dieſe Zeit in Padua und Brixen aufgeſetzet und ihm mitgetheilet habe. Nach Herrn **Scheibels** Verſicherung findet man keine Spur, daß er **Fleiſchers** Schrift gekannt habe.

Von den verſchiedenen farbigen Strahlen behauptet **de Dominis**, daß diejenigen roth wären, welche innerhalb des Tropfens den kleinſten Weg zurücklegten, diejenigen hingegen blau, welche am weiteſten durchs Waſſer gehen. Was die Entſtehung des äußern Regenbogens anbetrifft, ſo irrte er ſich in ſeiner Erklärung. Er glaubte nämlich, daß ſich dieſer

*) De *Joa. Fleiſcheri* Vratislavienſis in doctrinam de iride meritis, Vratisl. 1762. 4.

β) De radiis viſus et lucis in vitris perſpectiuis de iride tractatus p. *Joa. Bartolum* in lucem editus. Venet. 1611. 4.

dieſer eben ſo wie der Hauptregenbogen bilde; denn er meinte, daß die vom untern Sonnenrande herkommenden Strahlen durch zweymahlige Brechung und einer Reflexion aus andern Stellen ins Auge gebracht würden, da der Hauptregenbogen von Strahlen des obern Randes entſtünde. Aus der Entſtehung der Farben bemühet er ſich zugleich zu erklären, warum die Farben im äußern Regenbogen umgekehrt ſind. Dieſe Erklärung iſt aber äußerſt gezwungen, und die dazu gebrauchte Figur undeutlich. Auch vermißt man in dieſer ganzen Theorie die Beſtimmung der Halbmeſſer beyder Bogen aus dem Brechungsverhältniſſe.

Descartes *) verfolgte den Weg, welchen **de Dominis** ſchon eingeſchlagen hatte, weiter, und gab zuerſt die richtige Erklärung von der Entſtehung des äußern Regenbogens an, indem nämlich ſelbiger durch zweymahlige Brechungen und zweymahlige Reflexionen hervorgebracht werde, wobey der Strahl im untern Theile des Tropfens eingehet, und von oben her ins Auge gebracht wird; dieſe Erklärung gründete er auf eben den oben angeführten Verſuch mit der voll Waſſer gefüllten Glaskugel. Er fand dabey, daß die Winkel der Geſichtslinien mit der Linie nach der Sonne für die rothe Farbe 42° und 52° betragen, für die übrigen aber der erſte etwas kleiner und der letztere etwas größer ſey. Noch mehr überzeugte er ſich von der Richtigkeit dieſer ſeiner Erklärung dadurch, daß die Farben verſchwanden, wenn er die Stelle (fig. 21.) d bedeckte, oder den Strahl fd mit einem undurchſichtigen Körper auffing; wenn er aber gleich die ganze Kugel, außer den Stellen d und f, bedeckte, ſo behielt der Strahl die rothe Farbe. Dieſer nämliche Erfolg fand Statt, wenn er die Stellen (fig. 24.) d und k bedeckte oder offen ließ, da im erſten Fall der rothe Strahl verſchwand, im andern aber vorhanden war. Nur blieb ihm noch eine Hauptſchwierigkeit übrig; wenn nämlich auch die Glaskugel eine andere Lage, als die angeführte hat, ſo können doch nach zweymahligen Brechungen und einmahliger oder auch zweymahliger

*) Meteora. cap. 8.

mahliger Reflexion Strahlen ins Auge kommen, ohne Farben zu erblicken. Daher nahm er ſeine Zuflucht zu dem Prisma. M. ſ. **Prisma**. Allein hierbey entfernet er ſich von der eigentlichen Sache, vertieft ſich in Hypotheſen, und ſucht die Farben aus einer umdrehenden Bewegung der Lichttheilchen und in dem Angrenzen des Lichtes und Schattens zu erklären, ohne auch nur den geringſten Nutzen für den eigentlichen Zweck daraus zu ziehen. Endlich aber hat er die Unterſuchungen, warum die Farben nur unter gewiſſen Winkeln erſcheinen, bey Seite geſetzet, und ſich lieber damit beſchäftiget, die Wege der Strahlen einer Berechnung zu unterwerfen, um die Winkel zu entdecken, unter welchen ſie nach zwey Brechungen und einer oder zwey Zurückwerfungen ins Auge kommen.

Die Berechnungen hierüber ſind ſehr weitläuftig und umſtändlich, weil ihm die Vortheile der Rechnung des Unendlichen mangelten. Er nimmt das Brechungsverhälniß aus Luft in Glas nach den genaueſten Erfahrungen 250:187 an, theilet den Halbmeſſer des Tropfens in 10000 gleiche Theile, läßt auf jeden Theilungspunkt einen Sonnenſtrahl fallen, und berechnet für die zehn Strahlen, die in den Anfang jedes Tauſenden fallen, die Winkel, unter welchen ſie nach einer und nach zweyen Reflexionen aus dem Tropfen ausgehen. Für die einmahlige Zurückwerfung findet er beym 8000ſten Strahle vom Mittelpunkte aus gerechnet den Winkel (fig. 21.) $x = 40^\circ\ 44'$, als den größten unter allen. Auf dieſen berechnete er weiter die Winkel x vom 8000ſten bis zum 9800ſten Strahle für alle, die in den Anfang eines Hunderten fallen, und findet ſo, daß ihr Werth für alle Strahlen zwiſchen den 8500ſten und 8600ſten in Minuten gleich nämlich allezeit $41^\circ\ 30'$ iſt. Eben ſo verfuhr er mit dem Winkel (fig. 24.) ω, den er, wenn er ein Kleinſtes iſt, $51^\circ\ 54'$ groß fand. Für dieſe Winkel ändert ſich die Lage des ausfahrenden Strahles unmerklich, wenn gleich der Strahl dem Mittelpunkte des Tropfens merklich in Rückſicht auf den ganzen Halbmeſſer ſich nähert oder davon entfernet. Ein Auge alſo, das den

Tropfen

Tropfen unter dieſen Winkeln ſieht, bekommt Parallelſtrahlen von mehreren Stellen des Tropfens, und ſieht alſo mehr Licht, als unter andern Winkeln. Dieß iſt die erſte richtige Erklärung der Größe der Bogen aus den Stellen der wirkſamen Strahlen, und zugleich die erſte mathematiſche Berechnung derſelben, welche jetzt durch Hülſe der Rechnung des Unendlichen kürzer und überzeugender iſt.

Descartes hat alſo die Erſcheinungen der beyden Regenbogen auf dieſe Art richtig beſtimmt. Aber wir würden hiernach nur einen glänzenden oder hellen Streifen ohne Farben am Himmel wahrnehmen, wenn die Strahlen alle gleichviel Brechbarkeit hätten, wie **Descartes** damahls annahm. Es hat alſo dieſer bewieſen, daß wir am Himmel zwey helle concentriſche Kreisbogen ſehen müſſen, deren Halbmeſſer 41° 30′ und 51° 54′ einnehmen, und deren Durchmeſſer dem Sonnendurchmeſſer gleich iſt, weil die Linie (fig. 21.) gk nach jedem Punkte der Sonne gezogen werden kann. Es blieb alſo nur noch der einzige Umſtand zurück, auch die Farben des Regenbogens zu erklären. Dieß blieb einem **Newton** vorbehalten.

Nachdem nämlich **Newton** die verſchiedene Brechbarkeit des Lichtes entdecket hatte, ſo ließen ſich daraus nicht allein die Entſtehung, ſondern auch die Ordnung der Farben auf ein Mahl vollſtändig erklären. Das hierher gehörige trägt **Newton** als eine Anwendung ſeiner Farbentheorie vor. Er nimmt dabey das Brechungsverhältniß aus Luft in Waſſer für die am meiſten und am wenigſten brechbaren Strahlen wie 109:81 und 108:81 an, berechnet die Winkel, unter welchen die meiſten Strahlen von jeder Farbe ins Auge kommen, und findet dieſer Rechnung gemäß dieſe Winkel für den innern Regenbogen 40° 17′ und 42° 2′, für den äußern 54° 7′ und 50° 57′. Es bildet daher jeder farbige Strahl einen eigenen Kreisbogen, welcher mit den übrigen concentriſch iſt, und im Hauptregenbogen fällt der violette Strahl inwendig und der rothe auswendig, im Nebenregenbogen hingegen gerade verkehrt. Die Erfahrung ſtimmt auch

auch mit Newton's Rechnung vollkommen überein; den größten Habmeſſer des Hauptregenbogens fand er 42°, die Breite 2¼°; die kleinſte Entfernung beyder Bogen 8½°, und der Nebenregenbogen beynahe im Verhältniſſe 3:2 breiter als der Hauptregenbogen.

In den neuern Zeiten, da die Kunſtgriffe der höhern Rechenkunſt immer mehr entwickelt wurden, hat man auch Mittel gefunden, dieſe Rechnungen zu erleichtern, und ſie auch auf ſolche Regenbogen zu erſtrecken, die bloß möglich ſind, und welche durch mehr als zwey Zurückwerfungen der Strahlen innerhalb der Regentropfen entſtehen könnten. Mit dieſer bloß mathematiſchen Aufgabe haben ſich Halley [α]), Johann Bernoulli [β]) u. a. beſchäftiget.

Es gibt auch zuweilen ungewöhnliche Arten von Regenbogen, die man zuweilen vor ſich in der Luft ſchweben, oder auf der Erde liegen ſieht. Einen ſolchen nahm einmahl D. Langwith [γ]) wahr. Dieſer erſtreckte ſich auf der Erde einige 100 Ellen fort, wo er zuletzt doch noch von einem höher liegenden Felde unterbrochen ward. Die Figur desſelben war länglicht rund und dem Augenmaße nach ein Stück von einer Hyperbel; die erhabene Seite war nach ſeinem Auge zu gekehret, und die Farben in den ihm zunächſt liegenden Theilen des Bogens nahmen einen ſchmälern Raum, und waren lebhafter als in den entferntern Theilen. Die Entſtehung dieſer Erſcheinung läßt ſich leicht ſo erklären: die Regentropfen, welche dieſen Bogen bilden, liegen auf dem Boden, und das Auge ſteht höher, als dieſelben. Der Kegel, deſſen Oberfläche von den Geſichtsſtrahlen gebildet wird, wird von der Erdfläche geſchnitten; es kann daher die Figur des Bogens, eine Hyperbel, Parabel und Ellipſe ſeyn, je nachdem die Lage der Erdfläche gegen die Axe des Kegels beſchaffen iſt. Weil nun die äußern Farben ſtumpfere Winkel

α) Philoſoph. transact. N. 257. for 1700.
β) Opp. Tom. IV. n. 171. p. 197.
γ) Philoſoph. transact. Vol. XXXI. n. 369. p. 229.

Winkel bilden, als die innern, ſo verurſachet eine jede Farbe einen andern Bogen, und es laſſen ſich Fälle gedenken, wo die eine Farbe eine Hyperbel, die andere eine Parabel und die dritte eine Ellipſe bildet. **Menzel** α) hat dieſe Erklärung ſolcher horizontalen Regenbogen zur Aufgabe aufgegeben. **Jakob Bernoulli** hat die Auflöſung in einer Diſſertation β) ohne Beweis mitgetheilet, welchen aber **Cramer** in der Genfer Ausgabe der Bernoulliſchen Schriften γ) beygefüget hat. Auch handelt hiervon **Webb** δ).

Eine gewöhnliche Erſcheinung beym Regenbogen iſt die eines dritten ſchmalen gefärbten Bogens unter dem Hauptregenbogen. Er zeigt gewöhnlich nur grün und blau, berührt das Violette des Hauptregenbogens, oder iſt davon etwas, aber nur wenig, entfernet. Er iſt mehrentheils unterbrochen, und geht wenigſtens nie bis an die untern Theile der Schenkel des Hauptregenbogens. Zuweilen ſind zwey oder drey ſolche gefärbte ſchmale Streifen nahe unter einander, zuweilen, wiewohl ſelten, bilden ſie förmliche Regenbogen, die einander beynahe berühren, und alle die Farben in einerley Ordnung haben, nämlich das Rothe oben, und das Violette unten. Die Erklärung aller dieſer Erſcheinungen iſt aber ſtreitiger. So ſahe D. **Langwith** ε) am 21. Aug. 1722 innerhalb des erſten Regenbogens noch einige farbige Ringe, welche ſich aber nur am obern Stücke des Bogens zeigten, wenn gleich die Farben unten an den Schenkeln des Hauptregenbogens viel lebhafter waren. Der erſte Ring war viel breiter als die andern, ja ſo viel er urtheilen konnte, ſo breit, wie die übrigen zuſammen. Die Farben des erſten Ringes waren wie die gewöhnlichen Regenbogenfarben; die übrigen zeigten oben die grüne und unten die violette oder Purpurfarbe. Dieſe Erſcheinungen nahmen mehrere Zuſchauer zugleich wahr. **Bouguer** ζ) ſahe in Peru

den

α) Ephemerid. natural. curioſ. 1685.

β) De ſeriebus infinitis. Baſil. 1689.

γ) Tom I. n. [illegible] p. 409.

δ) Philoſph. transact. Vol XLVII. p. 248.

ε) Philoſph. transact. Vol. XXXII. num. 375. p. 241.

ζ) Memoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1757. p. 62.

den erſten dieſer Ringe ſehr oft, wenn der Himmel nach der Sonne hin recht heiter, und gegenüber ganz dunkel war, in Geſtalt eines dritten Regenbogens, welcher an den Hauptregenbogen unmittelbar grenzt. **Le Gentil** nahm am 18. Nov. 1756 unter den beyden gewöhnlichen Bogen zwey andere breite Bogen wahr, deren oberer das Violett des gewöhnlichen Bogens unmittelbar berührte. Beyde waren um etwas mehr als ihre Breite von einander entfernet, welche etwa ein Drittheil der Breite des innern Regenbogens betragen mochte. Ihre Farbe war blau, und der Raum, welchen ſie einnahmen, ſchien ungefähr eben ſo groß zu ſeyn, als die Breite des innern Regenbogens. Auch ſahe er einmahl mit dem Hrn. **Jouchy** unter dem Violett des gewöhnlichen Bogens einen Raum ohne Farbe ſo breit als das Grüne und Blaue dieſes Bogens zuſammengenommen, und darunter ein ſehr lebhaftes Grün.

D. **Pemberton** *) hat dieſe Erſcheinungen aus den Anwandlungen des Zurückgehens und Durchgehens zu erklären geſuchet; er nimmt aber dabey an, daß die verſchiedentlich gefärbten Strahlen ihre beſondern Anwandlungen haben, wenn ſie an der Oberfläche eines gewiſſen Mittels anlangen, ohne die Dicke desſelben in Betrachtung zu ziehen. **Prieſtley** hingegen will lieber dieſe Farben in ſehr kleinen Regentropfen oder Dünſten entſtehen laſſen, welche mit den größern Tropfen vermiſcht ſind, ſo daß es mit ihnen eben die Beſchaffenheit, wie mit den Farben dünner Blättchen hat. Darum möchten wohl die Nebenbogen bloß unter dem höhern Theile des Regenbogens erſcheinen, weil dieſe Dunſtbläschen nicht weit herunterkämen. Andere erklären dieſe ganze Erſcheinung aus zufälligen Farben, welche aus dem Anſchauen des Regenbogens in den Augen entſtehen. M. ſ. **Farben, zufällige.** Herr **Klügel** merket hierbey noch an, daß vielleicht die in einem geringen Grade divergirenden Strahlen die Nebenbogen verurſachen könnten, da doch die Hauptregenbogen von parallelen Strahlen entſtehen. Es würde hier

O 2 nur

*) Philoſ. transact. num. 375.

nur noch zu erklären ſeyn, warum die Nebenbogen ſich nicht ganz herunter erſtrecken. Dr. **Hellwag** [a]) leitet dieſe Erſcheinung aus Wellenringen ab, welche nach ihm auf der obern Hälfte des durch die Luft herabfallenden Tropfens entſtehen. Nach Herrn **Hube** [b]) ſollen die Nebenbogen aus der elliptiſchen Geſtalt der Tropfen erzenget werden. Stellt man ſich nämlich einen Lichtſtrahl (fig. 25.) ab in einer Waſſerkugel vor, der auf ihre Hinterfläche in b unter einem Winkel von 48°, oder unter einem noch größern, auffällt, und in bd zurückgeworfen wird. Unter dieſer Vorausſetzung kann bey b gar kein Licht, oder höchſtens nur etwa das rothe und das gelbe, aus der Kugel in die Luft gehen; alles übrige wird nach d zurückgeworfen, und kommt, wenn es hier, ſo wie oben bey a, ohne merkliche Schwächung durchgehen kann, in das Auge, welches in der Linie de iſt. Auf dieſes muß es oft einen lebhaften Eindruck machen, ungeachtet Strahlen, die beym Einfahren in a parallel waren, beym Herausfahren in d etwas divergiren. Zwar wird es durch das Auseinanderfahren geſchwächt, allein dagegen geht auch bey b nichts verloren, und daher kann es, beſonders wenn das Auge nicht ſehr weit entfernet iſt, immer noch ſtark genug ſeyn, um von ihm deutlich bemerkt zu werden. Wenn der Strahl fa bey a unter einem Winkel einfällt, der an 82° groß iſt, ſo kann er noch in die Kugel eindringen. Bey b wird er faſt ganz zurückgeworfen, und verliert daſelbſt vorzüglich nur ſeinen rothen und gelben Theil. Bey d ſollte er eben ſo ſtark zurückgeworfen werden. Setzt man aber, er gehe wegen irgend einer Urſache hier ganz aus der Kugel, ſo läßt ſich leicht zeigen, daß der Strahl de mit dem einfallenden fa einen Winkel von etwa 28° machen müſſe.

Man ſieht leicht, daß das Licht auf die angeführte Art in einen Waſſertropfen nicht eindringen kann, wenn er die Geſtalt

[a]) Abhandl. vom vielfachen Regenbogen; im neuen deutſch Muſeum 1790. 4tes Stück S. 420

[b]) Vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. B. II. Leipz. 1793. 8. 68ſter Brief. S. 539 u. f.

Geſtalt einer vollkommenen Kugel hat, weil alsdann der Einfallswinkel bey a ungemein groß ſeyn müßte, und das Waſſer Strahlen, die ſehr ſchief einfallen, ſo wie der beſte Spiegel, zurückwirft, aber faſt gar nicht eindringen läßt. Eben ſo wenig könnte das Licht, wenn es auch in den Tropfen eingedrungen wäre, bey d wieder herausgehen, wenn der Tropfen völlig kugelrund ſeyn möchte. Setzt man aber, daß er nach oben und nach unten zu von einer Kugel merklich, wenn gleich wenig, abweicht, und länglicht iſt, ſo wird, wenn man die Strahlen ba und bd bis in g und i fortſetzet, der Brechungswinkel bey g kleiner werden als der bey a, und der Einfallswinkel bey i auf eben die Art kleiner ſeyn als der bey d, wie man leicht aus der Figur ſieht. Alſo wird nun ein Sonnenſtrahl hg, der unter einem viel kleinern Winkel einfällt, als fa einfiel, der alſo größtentheils ins Waſſer eindringen kann, nach ab gehen, und in b faſt ganz zurückgeworfen werden, in i aber nach ik unter einem viel kleinern Winkel, als vorher, alſo auch ohne große Schwächung herausgehen. Ein Auge alſo in k wird von dem Lichte des Punktes b ſtark gerührt werden können. Die Strahlen aber ik und hg werden einen viel größern Winkel, als den von 28° mit einander machen, obgleich die eigentliche Größe dieſes Winkels ſich nicht genau beſtimmen läßt, da ſie bald etwas kleiner bald etwas größer iſt, nachdem der Tropfen von der Geſtalt weniger oder mehr abweicht. Je weniger er davon abweicht, um deſto mehr wird das Licht geſchwächt, indem es in ihn eindringt, und aus ihm herausfähret.

Wendet man alles dieß auf die Regen an, ſo ſieht man, daß nur die kleinen Regentropfen ziemlich genau Kugeln ſeyn können, die größern aber von dieſer Geſtalt merklich abweichen und länglicht ſeyn müſſen. Dieſe letztern aber ſind bey ſtarken Regengüſſen ſehr häufig, und können daher außer den gemeinen Regenbogen noch Streifen erzeugen, in welchen das Grüne und Blaue vorzüglich herrſchend iſt, weil das Rothe und Gelbe beym Zurückwerfen in b größtentheils verlo-

verloren geht. Dieſe Streifen müſſen um den gemeinſchaftlichen Mittelpunkt der Regenbogen farbige Bogen machen, deren Halbmeſſer über 30° hält. Sie können aber bloß oben unter dem Hauptregenbogen, und nicht unten an ſeinen Schenkeln zu ſehen ſeyn, weil das Licht, welches ſie erzeuget, bloß oben und nicht zur Seite, wo die Tropfen den Kugeln völlig ähnlich ſind, in die Tropfen eindringen kann. Ihre Farben gehen in derſelben Ordnung, wie die des Hauptregenbogens, weil ſie nur eine Zurückwerfung veranlaſſen; ſie ſind aber nicht ſo deutlich abgeſondert, ſondern mehr vermiſcht, weil die Strahlen bey ik nicht parallel ſind, ſondern etwas divergiren. Zuweilen können mehrere Streifen unter einander ſeyn, wenn ſich die Tropfen in ihrer Größe und Geſtalt auf einerley Art von einander unterſcheiden. Alsdann aber müſſen die untern Streifen immer bläſſer und bläſſer werden, weil ſie von Tropfen kommen, die ſich den Kugeln immer ſtärker nähern. Zuweilen, wiewohl ſelten, können die Tropfen ſo groß und ſo häufig ſeyn, daß man mehrere auch mit der rothen Farbe verſehene Bogen nahe unter einander ſieht. Ueberhaupt, meinet Herr **Hube**, ſey ſchwerlich ein Umſtand, der ſich nicht aus der gegebenen Erklärung ſehr leicht begreifen laſſe.

Boscowich *) ſahe am Tage nach einem großen Windwirbel zwey Stunden vor Untergang der Sonne außer den beyden gewöhnlichen Regenbogen noch einen dritten, welcher den innern berührte, und eine Viertelſtunde vor Untergange innerhalb des innerſten vornehmſten Regenbogens noch drey mit eben der Ordnung der Farben einen an den andern anrührend, ganz deutlich, nebſt einer zweifelhaften Spur des vierten, welchen ſein Begleiter deutlich erkannte.

Auch leitet man die Entſtehung eines dritten Regenbogens von der Zurückſtrahlung des Sonnenlichtes von Wolken

*) Sopra il turbine, che la notte tra gli XI et XII Giugno del 1749 daneggio una gran parte di Roma, in Roma 1749. 4.; auch im Hamb. Magaz. B. X. St. 5. S. 229.

ken oder Waſſer ab. So ſahe **Senguerd** [α]) einen ſolchen Regenbogen eine Viertelſtunde nach Sonnenaufgange, da der Himmel beſonders in Oſten mit Wolken bedeckt war. Er ſchloß am Horizonte an den Hauptregenbogen an, ſtand aber zu oberſt von den beyden gewöhnlichen gleich viel ab. Die Farben hatten die nämliche Ordnung, wie beym Hauptregenbogen, nur bläſſer. **Eſtienne**, Canonicus zu Chartres [β]), ſah am 10. Aug. 1665 einen Bogen, der von einem gebrochenen und kreisförmig gebogenen Streif durchſchnitten war, mit der Bemerkung, daß zu dieſer Zeit der Fluß Chartres zwiſchen ihm und dem Bogen etwa 150 Schritte vor ihm geweſen ſey. Auf eben dieſe Art erklären auch **Halley** und **Celſius** die Bogen, von welchen erſterer einen im Jahre 1698 zu Cheſter, und der andere einen 1743 in Dalekarlien ſahe. Dieſe Bogen durchſchnitten die beyden gewöhnlichen Bogen, und waren etwas breiter, als dieſelben.

Was die umgekehrten Regenbogen betrifft, dergleichen **Weidler** [γ]) erwähnet, ſo ſuchte dieſe **Carteſius** aus der Zurückwerfung der Sonnenſtrahlen von der Fläche des Waſſers zu erklären. Allein **Weidler** verſucht eine andere Erklärung aus den Sonnenſtrahlen, welche in das Auge jenſeits des Vereinigungspunktes mit der Axe des Regenbogens fallen. Dieſe Erklärung nennt aber **Prieſtley** nicht gehörig durchdacht.

Auch hat man Regenbogen ſchon nach Untergange der Sonne wahrgenommen; ſo ſahe **Ger. Edwards** [δ]) einen 20 Minuten nach Sonnenuntergange mit den gewöhnlichen aber etwas ſchwächern Farben. Die Entſtehung dieſes Regenbogens ſchreibt er den von der Stadt London aufgeſtiegenen Dünſten zu. Ein anderer dergleichen iſt den 11. Aug. 1701 zu Altorf 16 Minut. nach Sonnenuntergange geſehen worden u. ſ. f. Die Mittelpunkte ſolcher Regenbogen müſ-

α) Philoſoph. natur. ed. 2da. Lugd. Batav. 1685. p. 292.
β) Hiſtoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. à Paris 1743. p. 54.
γ) Commentat. de parheliis. p. 30.
δ) Philoſoph. transact. Vol. I. p. 294.

ſen nothwendig über dem Horizonte des Beobachters ſich befinden.

Die **Mondregenbogen** entſtehen auf eben die Art, wie die gewöhnlichen, durch das Mondenlicht. Dergleichen werden zuerſt vom **Ariſtoteles** angeführet, ſagt aber, daß ſie nur im Vollmonde entſtehen könnten, weil ſonſt das Licht des Mondes zu ſchwach ſey. Dieſerwegen ereigneten ſich auch ſolche Bogen ſehr ſelten, und er habe überhaupt nur zwey geſehen. Die Farben derſelben ſind freylich ſehr ſchwach, und oft kann man ſie gar nicht unterſcheiden. **Dom Ulloa** *) hat am 4. April 1738 drey weiße Mondregenbogen geſehen, deren mittlerer 60° Durchmeſſer hatte. **Thoresby** ß) beſchreibt aber einen, welcher ſehr lebhafte Farben gehabt haben ſoll.

Auch bilden die Sonnenſtrahlen in den Tropfen des Meereswaſſers, in welche ſich bey ſehr ſtürmiſcher See die Wellen zertheilen, die umgekehrten **Meerregenbogen**, wovon man oft 20 bis 30 zugleich ſieht, die aber gewöhnlich nur zwey Farben, nämlich Gelb gegen die Sonne zu, und bloß Grün auf der andern Seite zeigen.

M. ſ. **Prieſtley** Geſchichte der Optik, durch **Klügel**. S. 3. 10. 42. 89. 204. 208. 427. *Newtoni* optice, lat. reddi. *Clarke*. Lond 1706. 4. p. 139 ſq. **Bergmann** phyſikaliſche Beſchreibung der Erdkugel durch **Röhl**. Greifsw. 1780. 8. Th. II. S. 52 u. f.

Regenbogenhaut ſ. Auge.

Regenelektrometer (electrometrum pluuiae electricitatem indicans, hyeto-electrometrum, électromètre pour la pluie) iſt ein iſolirtes Gefäß mit einem ſonſt gewöhnlichen Elektrometer verbunden, um die Stärke und Beſchaffenheit der Elektricität des Regens, welcher ſich in ſelbigem anſammelt, zu entdecken. Es iſt leicht zu begreifen, daß man ſich eine Einrichtung dieſer Art mit wenigem Nachdenken erfinden könne. So könnte man z. B. ein gewöhnli-

*) Voyage du Perou. Vol. I. p. 368.

ß) Philoſoph. transact. num. 331.

wöhnliches Regenmaß auf Glasfüße ſtellen, und an ſelbiges ein gewöhnliches Korkkugelelektrometer hängen.

Cavallo hat folgendes Werkzeug dieſer Art ſehr dienlich befunden: fig. 26. abci iſt eine ſtarke Glasröhre, ungefähr $2\frac{1}{2}$ Fuß lang, an deren Ende ein zinnerner Trichter de angekittet iſt, welcher einen Theil der Röhre vor dem Regen beſchützet. Die äußere Oberfläche der Röhre von a bis b iſt mit Siegellack überzogen, ſo wie auch der Theil, von ihr, der von dem Trichter bedeckt wird. fd iſt ein Stück Rohr, um welches einige meſſingene Drähte in verſchiedenen Richtungen geflochten ſind, ſo daß ſie leicht etwas Regen auffangen, und doch dem Winde nicht Widerſtand thun. Dieſes Stück Rohr iſt an die Röhre befeſtiget; auch geht ein dünner Draht durch die Röhre hindurch, und iſt mit dem ſtärkern Draht ag verbunden, der in einem Stücke Kork ſteckt, welches in das Ende der Röhre a befeſtiget iſt. Das Ende g des andern Drahts ag iſt in einen Ring gebogen, an welchen man nach Befinden der Umſtände ein mehr oder weniger empfindliches Korkkugelelektrometer hängen kann.

Cavallo befeſtigte dieſes Inſtrument an die Seite des Fenſterrahmens, wo es von ſtarken meſſingenen Haken getragen wird. In dieſer Abſicht umwindet er die Röhre bey cb mit einer ſeidenen Schnur, damit die Haken ſie beſſer faſſen können. Der Theil fc ragt zum Fenſter hinaus, und das Ende f iſt ein wenig über die Horizontallinie erhöhet. Der übrige Theil des Inſtrumentes geht durch ein Loch in dem Fenſterrahmen in das Zimmer hinein, und innerhalb des Rahmens ſelbſt befindet ſich bloß der Theil cb.

Wenn es regnet, und vorzüglich bey vorübergehenden Platzregen wird dieſes Inſtrument in der beſchriebenen Stellung öfters elektriſiret, und man kann durch das Auseinandergehen der Kügelchen des Elektrometers die Stärke und Beſchaffenheit der Elektricität des Regens beobachten, ohne dabey einem Irrthum ausgeſetzet zu ſeyn. Durch dieſes Inſtrument hat Cavallo wahrgenommen, daß der Regen

 mehren-

mehrentheils, obgleich nicht alle Mahl negativ elektriſiret ſey, und zwar zuweilen ſo ſtark, daß er eine belegte Flaſche an dem Drahte ag laden konnte.

M. ſ. Cavallo vollſtändige Abhandlung der Lehre von der Elektricität; a. d. Engl. Leipz. 1797. 8. S. 345.

Regengalle ſ. **Regenbogen.**

Regenmaß, Hyetometer, Ombrometer (hyetometrum, hyetoſcopium, ombrometrum, hyetomètre, ombromètre) iſt ein Werkzeug, die Menge des herabgefallenen Regens dadurch zu meſſen. Dieſe Menge Regenwaſſers wird durch die Höhe beſtimmt, welche es erhalten würde, wenn es die Oberfläche, worauf es gefallen iſt, gleichförmig bedecken würde, und nichts weder durch Ausdunſtung noch durch Einſaugung in den Boden verloren gegangen wäre.

Weil das Waſſer bey gleichförmiger Verbreitung über einer Fläche allenthalben gleich hoch ſteht, ſo hat man nur nöthig zu beſtimmen, wie hoch ſich das Waſſer über einer kleinen Fläche anſammelt, in welche nichts eindringet, und auf welcher nichts verdunſtet. Daher ſind alle Regenmaße aus metallenen, gläſernen oder irdenen Gefäßen verfertiget, welche man dem Regen frey ausſetzet. Um aber die Ausdunſtung zu verhüten, gibt man den Grundflächen dieſer Gefäße eine trichterförmige Geſtalt, aus welchen das angeſammelte Waſſer in eine unten verſchloſſene Röhre gebracht werden kann, worin es bleibt, und durch ſeine Höhe oder durch ſein Gewicht die Menge des herabgefallenen Regens angibt. Es muß nämlich durch Rechnung oder durch Verſuche beſtimmt werden, wie groß die Höhe der Waſſermenge, welche über der Grundfläche des Gefäßes eine Linie hoch ſtehen würde, in der Röhre iſt, oder wie viel ſie wiegt. Alsdann läßt ſich durch eine an der Röhre angebrachte Skale oder durchs Abwägen und Berechnen die Höhe des herabgefallenen Regens in Linien erfahren.

Mariotte *) war der erſte, welcher durch das Volumen des aufgeſammelten Regenwaſſers die Menge des herabgefal-

*) Traité du mouvem. des eaux. P. I. p. 30.

gefallenen Regens beſtimmte. Seine Abſicht hierbey war vorzüglich zu erfahren, ob das Regenwaſſer hinreichend ſey, den Quellen Nahrung zu geben. M. ſ. **Quellen**. Hingegen hat **Townley** [α]) die Methode, die Menge des herabgefallenen Regens durchs Gewicht zu beſtimmen, gebrauchet.

Leutmanns [β]) Regenmaß beſteht in einem zinnernen viereckigen Trichter von 1 Quadratfuß Oberfläche, welcher ſich unten in einen kegelförmigen Canal endiget, deſſen Oeffnung von der Größe einer Erbſe iſt. Hieran wird eine Glasröhre von 2 bis 3 Zoll Durchmeſſer angebracht, welche den kegelförmigen Canal ganz in ſich faſſet, unten wieder trichterförmig ausläuft, und mit einer zweyten Glasröhre von 3 bis 4 Linien Durchmeſſer durch einen Hahn verbunden iſt. Eine jede dieſer Glasröhren iſt 2 bis 3 Fuß hoch, und die untere iſt am Ende auch mit einem Hahne verſchloſſen. **Leutmann** wiegt ein Loth Waſſer ab, und beobachtet die Höhe desſelben in der unterſten Glasröhre. Dieſe Höhe theilet er in 4 gleiche Theile ab, und trägt ſie auf einen Maßſtab, welcher ſich längs der ganzen untern Glasröhre hin erſtreckt. Auf eben dieſe Art theilet er die obere weitere Glasröhre nach Pfunden ab. Fängt nun dieſes Inſtrument das Regenwaſſer auf, ſo läuft es in die obere Glasröhre, und gibt durch ſeine Höhe die Anzahl der Pfunde an. Dasjenige Waſſer aber, welches in dieſer Röhre über Pfunde geht, kann alsdann durch den Hahn in die untere Röhre gelaſſen werden, um darin auch die Lothe und Quentchen desſelben zu beſtimmen. Auf dieſe Art erfähret man das Gewicht des Waſſers, welches ſich über ein Quadratfuß Fläche ergoſſen hat. Um aber auch mit dieſem Inſtrumente Beobachtungen im Winter anſtellen zu können, bringt **Leutmann** noch eine Art von Ofen an, welcher das Zufrieren der Oeffnungen verhütet.

Ein anderes Regenmaß wird unter andern meteorologiſchen Werkzeugen von **Roger Pickering** [γ]) beſchrieben; es

α) Philoſoph. transact. Nr. 208. p. 51.
β) Inſtrumenta meteorognoſiae inſeruientia. Witeb. 1725. 8. cap. 6.
γ) Philoſoph. transact. 1744. nr. 473.

es beſteht dieſes aus einem zinnernen Trichter von 1 Quadratzoll Oberfläche mit einer Glasröhre von ½ Zoll Durchmeſſer. Die Länge dieſer Glasröhre, welche in ein Bret mit einer Skale eingeleget iſt, beträgt gegen drey Fuß. Durch die Skale wird die Höhe angezeigt, welche ein Cubikzoll Waſſers in der Röhre einnimmt, und welche überdem noch in eine Anzahl gleicher Theile getheilet werden kann, z. B. in 100 Theile, wenn man die Beobachtungen in Hunderttheilen eines Zolles anſtellen will.

Das in Frankreich gewöhnliche Regenmaß wird von **de la Fond** auf folgende Art beſchrieben: Es wird ein zinnernes Gefäß von 4 Quadratfuß Oberfläche, welches ringsum 6 Zoll hohe Ränder hat, an einem freyen abgelegenen und doch vor dem Winde beſchützten Ort ſo geſtellet, daß es etwas ſchräg gegen den einen Rand zu ſtehet, wo es eine Oeffnung mit einer Röhre hat, durch welche alles ins Gefäß herabgefallene Waſſer in einen darunter geſtellten und wohl bedeckten Krug geleitet wird. Nach geendigtem Regen wird das Waſſer im Kruge mit einem hohlen gläſernen Würfel, deſſen Seitenlinie 3 Zoll beträgt, gemeſſen. In dieſen Würfel muß ſo viel Waſſer, als ſich über 4 Quadratfuß Fläche ½ Linie hoch verbreitet, 32 Linien Höhe einehmen. Zu dem Ende zieht man rings um den gläſernen Würfel 4 Linien unter dem obern Rande einen Strich, füllt beym Ausmeſſen den Würfel alle Mahl bis an denſelben, und rechnet jedes ſolches Maß für ½ Linie Regenmenge.

Wolf billiget die Methode, die Menge des Regenwaſſers vermittelſt des Gewichtes zu beſtimmen, nicht. Er glaubet zwar, daß das Gewicht genauer, als das Volumen, gefunden werden könne; allein er bemerket doch ganz richtig, daß das Regenwaſſer nicht jederzeit einerley eigenthümliches Gewicht beſitze, und daß ſchon die Abwechſelung der Kälte und Wärme hierin einen beträchtlichen Unterſchied verurſachen könne. In dieſer Abſicht verbindet **Leutmann** mit ſeinem Ombrometer ein gewöhnliches Aräometer, welches

das

das ſpecifiſche Gewicht des Regenwaſſers angibt, unter dem Nahmen eines hyetoſtathmiſchen Inſtrumentes.

Mittelſt des Gewichtes beobachtete Townley die Menge des herabgefallenen Regens in Lancaſterſhire vom Jahre 1677 an bis 1693, und Derham α) zu Upminſter in Eſſex von 1697 an. Im Jahre 1699 fing de la Hire Beobachtungen nach der Waſſerhöhe an, welche ſeit 1699 ununterbrochen ſind fortgeſetzet worden. Auszüge aus den darüber gehaltenen Verzeichniſſen, ſo wie auch über Algöwers β) zu Ulm findet man beym Wolf angezeiget. Jetzt hat man die Methode, die Regenmenge nach der Waſſerhöhe zu beſtimmen, faſt allgemein eingeführet.

Das Regenmaß, welches von der Mannheimer meteorologiſchen Societät an ihre Beobachter mit überſendet wird (m. ſ. Meteorologie), iſt ein oben offener Kaſten, in welchem ſich das Regenwaſſer anſammelt. Aus dieſem wird es durch eine Röhre in ein beſonderes Behältniß, und aus dieſem nach Gefallen in das eigentliche Maß, welches im Cabinet ſtehet, geleitet. Auch iſt dabey eine Einrichtung zu Aufthauung und Abmeſſung des Schnees und Hagels angebracht.

Herr Senff γ) in Dürrenberg wundert ſich, daß bey ſo vielen Beobachtungen über den jährlich herabfallenden Regen noch keiner darauf verfallen ſey, über die wieder erfolgte Ausdünſtung durch Sonne und Luft Beobachtungen anzuſtellen, und ſie zugleich mit in Rechnung zu bringen. Er gab ſich daher ſelbſt Mühe, hierüber Beobachtungen anzuſtellen. Zu dieſem Ende ließ er ſich ein Gefäß von engliſchem Zinn, welches im Lichten genau einen pariſer Quadratfuß und 6 Zoll in der Tiefe hielt, verfertigen, und in die Seitenwände den pariſer Maßſtab ſtecken, und jeden Zoll in 12 Linien abtheilen. Dieſes Gefäß ſtellte er am 1ten May 1776 an einem freyen, jeder Witterung ausgeſetztem Orte auf,

α) Philoſoph. transact. Nr. 237. p. 47.
β) Specimen hyetometriae curioſae ab anno 1715 ad 1721.
γ) Beobachtungen und Verſuche über verſchiedene Ausdünſtungsarten der Salzſolen, in Grens Journal der Phyſik. B. VIII. S. 89.

auf, und füllte es 4 Zoll hoch mit ſüßem Waſſer an. An jedem Tage früh und Abends und beym Aufgange und Ende jedes Regens bemerkte er nun den Stand des Waſſers, und brachte denſelben in eine Tabelle. Nach einem verfloſſenen Monathe verband er alle Bemerkungspunkte mit kurzen Linien, trug alle Erniedrigungen des Waſſerſtandes zuſammen auf eine gerade Linie, alle Erhöhungen aber auf eine zweyte, und bekam dadurch die Summe der den ganzen Monath hindurch erfolgten Vertrocknung zugleich mit der des herabgefallenen Regens. Seine Reſultate waren folgende:

1776	Vertrocknung		Regen	
May	3 Zoll	7 Linien	— Zoll	$19\frac{1}{4}$ Linien
Juni	5 —	$6\frac{7}{8}$ —	1 —	$8\frac{1}{2}$ —
Jul.	4 —	11 —	3 —	$8\frac{3}{4}$ —
Aug.	4 —	5 —	1 —	$8\frac{1}{3}$ —
Sept.	4 —	— $\frac{2}{3}$ —	— —	$2\frac{2}{3}$ —
Octob.	1 —	6 —	1 —	— —
Summe	24 Zoll	— $\frac{1}{2}\frac{3}{4}$ Linien =	9 Zoll	$2\frac{1}{2}$ Linien

Herr **Herrmann** *), Paſtor in Cämmerswalde im ſächſiſchen Erzgebirge, hat eine eigene Vorrichtung angegeben, um die Menge des herabgefallenen Regenwaſſers Stundenweis zu erfahren. Es ſind nämlich 12 gewöhnliche Hyetometer, oder Flaſchen mit aufgeſetzten Trichtern, von gleicher Oberfläche, auf einer Scheibe in einen Kreis geſtellt. Dieſe Scheibe iſt um ihren Mittelpunkt beweglich, und iſt mit einer Schlaguhr in einer ſolchen Verbindung, daß ſie alle Stunde um $\frac{1}{12}$ des ganzen Umkreiſes fortgedreht wird. Dieſe ganze Einrichtung wird von einem unbeweglichen Dache bedeckt, das nur an einer Stelle ſo weit ausgeſchnitten iſt, daß gleich darunter nur ein Trichter unbedeckt bleibt, die übrigen eilf aber vom Dache völlig bedeckt ſind. Es bringt daher die Uhr alle Stunde einen andern Trichter unter die Oeffnung, und es ſammelt ſich auf dieſe Art in jeder Flaſche nur

*) Mechaniſcher verbeſſerter Wind-, Regen- und Trockenheitsbeobachter. Freyberg und Annaberg 1789. 8.

nur ſo viel Waſſer an, als in der Stunde, da ſie frey ſtand, auf den Trichter gefallen iſt. Die Flaſchen ſind mit den Zahlen der Stunden bezeichnet. Früh läßt es ſich alſo beobachten, wie viel es in jeder Stunde des Nachts geregnet hat.

M. ſ. *Leutmann* inſtrumenta meteorologiae inſervientia. Witeb. 1725. 8. **Wolf** nützliche Verſuche ꝛc. Halle, 1722. 8. Th. II. Cap. 6. § 87 f. *Sigaud de la Fond* diction. de phyſique, art. *Ombromètre.*

Reiben, Reibung, Friktion (frictio, affrictus, attritus, frottement). Unter dieſem Ausdrucke verſteht man den Widerſtand, welcher ſich der Bewegung eines Körpers entgegenſetzet, wenn er an der Fläche eines andern Körpers fortgeſchoben, und gegen dieſelbe gedruckt wird. Wenn nämlich ein feſter Körper auf der horizontalen Ebene eines andern feſten Körpers fortgeſchoben werden ſoll, ſo lehret die Erfahrung, daß deſto mehr Kraft erfordert wird, den Körper fortzubringen, je rauher die Fläche deſſelben iſt, womit er an die Ebene des andern Körpers anſchließt. Es greifen nämlich hierbey die Erhabenheiten des einen Körpers in die Vertiefungen des andern, wenn ein Körper an der Oberfläche des andern fortgetrieben, und gegen dieſelbe gedruckt wird. Es kann ſich alſo der eine Körper auf dem andern nicht fortbewegen, wofern nicht die Erhöhungen des einen von dem andern niedergedruckt oder wohl gar abgeriſſen werden. Es folget alſo hieraus ganz natürlich, daß die Friktion deſto größer ſeyn müſſe, je rauher die Flächen ſind, die an einander angedruckt werden, deſto geringer hingegen, je glätter ſie ſind. Aus dieſem Grunde läßt ſich durchs Glätten und Poliren die Friktion bey härtern Körpern mehr, als bey weichern, vermindern.

Um die Größe der Friktion zu beſtimmen, ſtellt man ſich gemeiniglich die Sache ſo vor: der feſte Körper, welcher auf einer wagrechten Ebene liegt, wird von ſelbiger getragen, und es iſt alsdann eben ſo viel, als ob der Körper gar nicht ſchwer mehr wäre. Es müßte daher eine jede noch ſo geringe Kraft an dem Körper angebracht in der wagrechten

ten Richtung denſelben auf der Ebene fortſchieben können; da aber die Erfahrung lehret, daß zur Fortbewegung eines ſolchen Körpers auf einer wagrechten Ebene eine beträchtliche Kraft erfordert wird, ſo iſt die gemeine Meinung, daß eben dieſe Kraft, den Körper auf der wagrechten Ebene fortzuſchieben, die Größe der Friktion ausdrucke. Dieſe könnte man alſo ſo beſtimmen: man befeſtige an den Körper eine Schnur, führe ſie über eine Rolle, damit ſie mit der Ebene parallel gehe, und hänge an das Ende derſelben eine Wagſchale, in welcher nach und nach ſo viele Gewichte geleget werden müſſen, bis der Körper ſich fortzubewegen anfängt. Ehe nun dieſe Bewegung erfolgte, müßten dieſe Gewichte weniger, und da ſie geſchieht, mehr als die Friktion betragen. Hierdurch würde man alſo nur die Grenzen durch Nachlegen und Wegnehmen kleiner Gewichte ſo nahe zuſammenbringen, daß man eine von ihnen ohne merklichen Fehler für die Friktion annehmen könne.

So gemein auch die Vorſtellung iſt, die Größe der Friktion auf dieſe Art zu beſtimmen, ſo ſcheint ſie doch nicht richtig zu ſeyn. Denn hiernach müßte ſich bey ſonſt gleichen Umſtänden die Größe der Friktion nach der Größe der Flächen richten, wie man auch vormahls der Meinung war. Meiner Meinung nach liegt das Irrige bloß darin, daß man glaubt, der Körper, der auf der wagrechten Ebene liegt, ſey nun nicht mehr als ſchwerer Körper zu betrachten. Vielmehr behaupte ich, es müſſe der Körper immer noch als ſchwerer Körper behandelt werden, und die Kraft, welche zum Fortſchieben deſſelben zu verwenden iſt, ſey nicht allein Ausdruck der Größe der Friktion, ſondern auch Anwendung einer Kraft, um das Gewicht des Körpers von ſeiner urſprünglichen Richtung abzulenken. Bey der Größe der Friktion kömmt es ſowohl auf die Rauhigkeit der Körper als auch auf ihr Gewicht an. Ja es kann die Friktion größer als das ganze Gewicht des Körpers, aber auch viel kleiner ſeyn. Um alſo der eigentlichen Sache näher zu kommen, ſcheinen nothwendig neuere Verſuche nöthig zu ſeyn.

Man

Man ſieht aber wohl, daß Unterſuchungen darüber mit vielen Schwierigkeiten verbunden ſind. Ich muß mich daher begnügen, nur das gewöhnliche deutlich und kurz vorzutragen.

Amontons α) war der erſte, welcher über die Friktion Verſuche anſtellte. Er fand auf dieſe Art, wie oben iſt angeführet worden, daß die Friktion gerade ein Drittheil von dem ganzen Gewichte des Körpers betrage, welcher auf einem wagrechten Boden fortgeſchoben wird. Setzt man alſo die Friktion $= f$, und das Gewicht des Körpers $= q$, ſo wäre hiernach $f = \frac{1}{3}q$: iſt z. B. $q = 9$ Pfund, ſo wäre $f = \frac{1}{3} \cdot 9 = 3$ Pfund. **Leupold** β) hat **Amontons** Verſuche mit hölzernen Brettern nachgemacht, und eben dieß Reſultat gefunden: auch **Belidor** γ) verſichert, daß er eben daſſelbe der Erfahrung gemäß befunden habe.

Amontons fand bey ſeinen Verſuchen dieß beſondere noch, daß ſich die Friktion nicht nach der Größe der Fläche, ſondern vielmehr nach dem Drucke richte. Denn es war die Friktion noch eben ſo groß, wenn er ſein Parallelepipedum auf die ſchmälere Seitenfläche ſetzte, oder wenn er es zerſchnitt, und beyde Hälften über einander legte, obgleich im letztern Falle die berührende Fläche nur halb ſo groß war, als wenn der Körper ganz blieb, und beyde Hälften neben einander lagen. Auch dieß ſchloß **Leupold** aus ſeinen mit den hölzernen Brettern angeſtellten Verſuchen. Dieß ſonderbar ſcheinende ſucht man gewöhnlich dadurch begreiflich zu machen, daß zwar im letzten Falle nur halb ſo viele eingreifende Berührungsſtellen ſind, aber auch jede doppelt ſo ſtark als vorher in die Vertiefung der andern Fläche eingedruckt wird.

Setzt man alſo das Gewicht eines Wagebalkens nebſt dem der Schalen und Ketten oder Schnüre $= \mathfrak{l}$, und das Gewicht p in der einen Schale = dem Gewichte in der andern

α) Hiſtoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. 1699. p. 104.
β) Theat. machinar. general. cap. XVI. §. 217.
γ) Architect. hydraul. Liv. I. chap. 2. §. 222.

dern Schale, ſo druckt der Zapſen mit der Laſt $2p + \text{ſ}$ gegen die Zapfenlager, und aus dieſem Drucke entſteht eine Friktion, welche nach **Amontons** $\frac{1}{3}(2p + \text{ſ})$ wäre. Würde alſo in die eine Schale etwas mehr zugeleget, ſo müßte die Friktion dadurch überwunden werden, wenn die Wage daſelbſt einen Ausſchlag geben ſollte. Dieſes zugelegte Gewicht ſey $= y$, ſo muß auch dieſes den Druck gegen die Zapfenlager vermehren, welcher alſo nun $2p + \text{ſ} + y$ iſt, und wovon für die Friktion $\frac{1}{3}(2p + \text{ſ} + y)$ zu nehmen. Iſt der Zapfen ſelbſt ein Cylinder, deſſen Halbmeſſer $= \varrho$, und die Entfernung des Mittelpunktes von dieſem Cylinder bis an den Punkt, von welchem die Schale herabhängt, in welchen das Gewicht y zugeleget worden, in einem Querſchnitte $= \alpha$, ſo muß ſich der Zapfen um ſeine Achſe drehen, und folglich die Friktion an der Fläche der Zapfenlager überwunden werden, wenn die Wage, wo das Gewicht zugeleget worden, einen Ausſchlag geben ſoll. Man kann alſo die Friktion als eine Laſt betrachten, welche in der Entfernung $= \varrho$, die Kraft $= y$ aber in der Entfernung $= \alpha$ angebracht worden. Demnach muß

$$\frac{1}{3}(2p + \text{ſ} + y) \cdot \varrho = \alpha \cdot y \text{ ſeyn,}$$

und hieraus ergibt ſich

$$(2p + \text{ſ} + y) \cdot \varrho = 3\alpha \cdot y, \text{ oder}$$
$$(2p + \text{ſ})\,\varrho + \varrho \cdot y = 3\alpha \cdot y, \text{ oder}$$
$$(2p + \text{ſ})\,\varrho = (3\alpha - \varrho)\,y, \text{ folglich}$$
$$y = \frac{(2p + \text{ſ})\,\varrho}{3\alpha - \varrho}.$$

Es ſey z. B. $\text{ſ} = 4$ Pfund, $p = 60$ Pfund, $\varrho = 1$ und $\alpha = 50$, ſo findet man $y = 26\frac{94}{149}$ Loth.

Bey dieſer Berechnung hat **Belidor** *) ein irriges Verfahren gebrauchet. Zuerſt ſucht er durch Summirung einer unendlichen Reihe das Gewicht, welches man am Zapfen ſelbſt anbringen müßte, um der Friktion, welche die Wage und die beyden Gewichte ſchon machen, und welche es ſelbſt hinzufügt, das Gleichgewicht zu halten. Statt dieſes Gewichtes

*) Architect. hydraul. Tom. I. L. II. chap. 2. art. 242. 249.

wichtes ſetzet er nun ein anderes von gleichem Momente, welches am Ende des Wagebalkens angebracht, alſo im Verhältniſſe $\alpha : \varrho$ vermindert iſt. Er denkt aber nicht darauf, daß durch eine ſolche Subſtitution der Druck ſelbſt, mithin auch die Friktion vermindert und daher geringer wird, als er ſie bey ſeiner Rechnung angenommen hatte. Daher findet er für das Gewicht y weit mehr, als nöthig iſt, nämlich $y = \frac{(2p + ſ)\varrho}{(3-1)\alpha}$, oder im vorigen Beyſpiele $= \frac{124}{100}$ $= 1,24$ Pfund.

Wenn ϱ kleiner wird, α aber ungeändert bleibt, ſo wird der Bruch $\frac{\varrho}{3\alpha - \varrho}$ auch kleiner. Folglich muß y in Vergleichung mit $2p + ſ$ abnehmen, wenn ϱ in Vergleichung mit α abnimmt. Die Wage wird alſo deſto ſchneller ſeyn, je dünner der Zapfen iſt. Hierauf beruhet aber auch der Grund, warum man dem Zapfen eine herzförmige Geſtalt gibt; nicht etwa, daß dadurch die Friktion, ſondern ihr Moment vermindert wird.

Parent *) bemühet ſich, die Größe der Friktion aus theoretiſchen Gründen zu beſtimmen. Er betrachtet die Erhabenheiten und Vertiefungen der Flächen als Halbkugeln von gleicher Größe, von welchen jede obere drey untere ſo berührt, daß alle viere mit ihren Mittelpunkten in den vier Spitzen eines Tetraders liegen. Ferner nimmt er an, es ziehe eine Kraft die obere Kugel mit der auf ihr ruhenden Laſt nach einer wagrechten Richtung fort, und beſtimmt durch eine Berechnung nach den Geſetzen der ſchiefen Ebene, wie ſich die Kraft gegen die ganze Laſt der obern Halbkugel verhalten müſſe, um ſie im Gleichgewichte zu erhalten, wenn eine oder zwey von den untern Kugeln weggenommen würden. Er beſtimmt dieſe Kraft gegen die Laſt im Verhältniſſe der Linie, welche aus dem Schwerpunkte der Grund-

 fläche

*) Hiſtoir. de l'Academ. roy. des ſcienc. 1700. p. 147. mémoir. de Paris 1704. p. 137. 206.

fläche des Tetråders ſenkrecht auf die eine Seite dieſer Grundfläche gezogen werden kann, zur Achſe oder Höhe des Tetråders. Vermöge der Theorie der regulären Körper iſt dieſes Verhältniß $= 1 : \sqrt{8}$. Daraus ſchließt er, daß auch die Friktion zum Drucke an jeder Stelle im Verhältniſſe $1 : \sqrt{8}$ ſeyn werde. Dabey wird durch die veränderte Größe der Fläche nichts geändert; zwar beſitzen größere Flächen mehrere Stellen; allein der gleiche Druck wird auch an mehreren Stellen vertheilet, und für jede Stelle deſto geringer, je mehrere Stellen es ſind. In dieſem Verhältniſſe wird nun auch die Friktion an jeder Stelle kleiner, daß alſo die Summe der ganzen Friktion eben dieſelbe bleibt, wenn gleich die reibende Fläche vergrößert wird. Da nun das Verhältniß $1 : \sqrt{8}$ dem Verhältniſſe $7 : 20$ ſehr nahe kömmt, ſo nimmt **Parent** die Größe der Friktion $= \frac{7}{20}$ des Drucks an.

Nach **de la Hire** laſſen ſich bey Betrachtung der Friktion folgende drey Fälle gedenken: die Theile an den Oberflächen der Körper ſind entweder elaſtiſch und biegen ſich, oder ſie ſind vollkommen hart, ſo daß der fortbewegende Körper auf ſolche Art gehoben werden muß, oder die rauhen Spitzen und Haken werden, indem der eine Körper auf den andern fortgehet, losgeriſſen. In den beyden erſtern Fällen richtet ſich ſeiner Meinung nach die Friktion nicht nach der Größe der Fläche, ſondern bloß nach dem Drucke; im dritten Falle hingegen nehme die Stärke der Friktion offenbar nach dem Verhältniſſe der Fläche zu. Nach **Leupolds** Verſicherung bleibt die Friktion wirklich einerley, wenn zwey hölzerne Wellen von gleichem Gewichte, aber von verſchiedener Dicke, wären, womit auch **Leibnitz** α) einig iſt. **Leonh. Chriſt. Sturm** β) macht zwar dagegen den Einwurf, daß ein und die nämliche Mühlwelle auf dünnern Zapfen leichter laufe als auf ſtärkern; **Leupold** macht aber dagegen die Einwendung, daß bey der dickern Welle die reibende Fläche von

α) Miſcellan. Berolinenſ. Tom. I. p. 307 ſqq.

β) Obſ. circa frictionem machinarum, in miſcellan. Berolin. Tom. I. p. 294 ſqq.

von der eigentlichen Bewegungsachſe weiter entfernet ſey, als bey der dünnern Welle, und in ſo fern müſſe auch das Moment der Friktion bey der dickern Welle größer als bey der dünnern ſeyn; allein es ſey hier die Rede von der abſoluten Größe der Friktion, ohne daß ihr etwaniges Moment in Betrachtung komme.

Wenn ein Körper vom Gewichte p eine ebene Grundfläche hat, mit welcher er gegen eine ſchief liegende Ebene gedruckt wird, ſo würde der Körper herabgleiten müſſen, wenn nicht die Friktion es hinderte, wie klein auch der Erhöhungswinkel angenommen wäre. Allein die Erfahrung lehret, daß der Winkel ſchon zu einer merklichen Größe angewachſen ſeyn muß, ehe der Körper herabſinket. Geſetzt die Größe des Winkels ſey $= \alpha$, da der Körper noch ruhete, aber $= \alpha + \beta$, wenn er zu ſinken anfängt, ſo muß die Friktion mit einer Kraft, welche zwiſchen den Grenzen $p\,.\,\text{ſin.}\,\alpha$ und $p\,.\,\text{ſin.}\,(\alpha + \beta)$ fällt, im Gleichgewicht ſeyn. Iſt alſo γ ein Winkel, der zwiſchen α und $(\alpha + \beta)$ fällt, und gerade ſo groß iſt, daß die Friktion mit der Kraft das Gleichgewicht hält, ſo muß die Friktion $= p\,.\,\text{ſin.}\,\gamma$, und der Druck des Körpers gegen die ſchiefe Ebene $= p\,.\,\text{coſ.}\,\gamma$. ſeyn. Die Friktion auf der ſchiefen Ebene entſteht aber aus dem Drucke des Körpers gegen dieſe Ebene. Setzt man alſo die Friktion $= \frac{1}{n}$ des Drucks, ſo muß $\frac{1}{n} p\,.\,\text{coſ.}\,\gamma = p\,.\,\text{ſin.}\,\gamma$, folglich $\text{coſ.}\,\gamma = n\,.\,\text{ſin.}\,\gamma$, und $n = \frac{\text{coſ.}\,\gamma}{\text{ſin.}\,\gamma} = \text{cotang.}\,\gamma$ ſeyn. Nimmt man mit Amontons $n = 3$, ſo findet man ungefähr $\gamma = 18^\circ\,26'$. Bilfinger *) aber fand durch Verſuche den Winkel γ alle Mahl zwiſchen 12 und 15 Grad. Wenn man hiervon das Mittel nimmt, und folglich $\gamma = 13^\circ\,30'$ ſetzt, ſo wird $n = \frac{10000000}{2400788} = \frac{1}{0{,}2400788}$ und die Friktion $= 0{,}2400788\ p$ ſeyn; demnach wäre

*) Commentat. Petropol. Tom. II. p. 403 ſqq.

wäre die Friktion ungefähr $\frac{1}{4}$ des Drucks. **Belidor** [α]) hat bey ſeinen Verſuchen den Winkel $\gamma = 18^\circ\ 20'$ groß befunden, welches **Amontons** Beſtimmung von 1 : 3 ſehr nahe kömmt. Die Friktion auf der ſchieſen Ebene genauer aus dem Raume, den er in einer beſtimmten Zeit durchs Herabgleiten zurücklegt, zu beſtimmen, geben **Euler** [β]) und **Käſtner** [γ]) Vorſchriften. Weil es aber überhaupt hier viel Schwierigkeit hat, den Winkel γ genau zu finden, ſo kann man ſich von dieſem Verfahren, die Größe der Friktion zu beſtimmen, nicht viel zuverläſſiges verſprechen.

Camus [δ]) und **Deſaguliers** [ε]) haben durch mancherley Verſuche **Amontons** Satz zu beſtätigen geſuchet. Letzterer gibt unter dem Nahmen einer **Friktionsmaſchine** zu dergleichen Verſuchen ein eigenes Werkzeug an, woran eine mit Gewichten beſchwerte Welle durch Schwingungen geſpannter Uhrfedern, welche man losläßt, ſchnell hin und her gedrehet wird. Durch die Friktion der Welle in den Lagern wird verurſachet, daß die Schwingungen der Federn immer ſchwächer werden, und zuletzt gar aufhören. Die Anzahl der Schwingungen kann alſo als ein Maß für die Größe der Friktion angeſehen werden; die Anzahl der Schwingungen wird übrigens immer kleiner, je mehr Gewichte man an die Welle bringt. So ſchnell man aber auch mit dieſer Maſchine operiren kann, ſo gibt ſie doch keine zuverläſſigen Reſultate.

Unter allen hat ſich **Muſſchenbroek** [ζ]) die meiſte Mühe gegeben, genaue Verſuche über die Friktion anzuſtellen, woraus zugleich erhellet, daß ſich ſchwerlich allgemeine Geſetze für die Friktion werden beſtimmen laſſen. Beym Tannenholz

α) Architect. hydraul. Liv. I. chap. 2. §. 224.
β) Sur le frottement; in den mémoir. de Pruſſe 1748. p. 130.
γ) Theorie der ſchiefen Ebene mit Betrachtung der Friktion, im Leipz. Magazin zur Naturkunde, Mathemat. und Oekonomie 1782. St. 1.
δ) Traité des forces mouvantes. Paris 1722. propoſ. 22.
ε) Courſe of experimental philoſoph. Vol. I. Lond. 1734. lect. 4. propoſ. 24.
ζ) Introduct. ad philoſoph. natur. Tom. I. cap. 9.

nenholz auf Tannenholz nach der Länge der Fibern war anfänglich die Friktion $\frac{1}{2}$ des Gewichtes; nahm aber der Druck zu, ſo war die Friktion nur $\frac{1}{5}$, und endlich $\frac{1}{6}$ des Gewichtes. Beym Tannenholz auf Buchsbaumholz war anfänglich die Friktion $\frac{1}{5}$, bey zunehmendem Druck aber betrug ſie den ſechsten, ja ſiebenten und endlich nur den achten Theil desſelben. Beym Eichenholz auf Eichenholz war anfänglich die Friktion nicht ſo ſtark, als bey Tannen- auf Tannenholz. Die Friktion des Eichenholzes auf Buchsbaum war anfänglich eben ſo ſtark, bald aber noch kleiner, als des Tannenholzes auf Buchsbaum. Wenn die Fibern beyder Hölzer, die auf einander beweget wurden, nicht unter einander parallel waren, ſondern das eine nach der Länge ſeiner Fibern quer über dem andern ſo fortgezogen ward, daß die Fibern des zweyten Brettes auf die Fibern des andern ſenkrecht ſtanden, ſo war die Friktion viel ſtärker, vorzüglich beym Tannen- auf Tannenholz. Bey vermehrter Fläche ward zwar das Reiben ſtärker, aber gar nicht im Verhältniſſe der Fläche ſelbſt.

Das Reiben der Metalle hat **Muſſchenbroek** vermittelſt einer dazu beſonders eingerichteten Maſchine unterſuchet, die er das **Tribometer** nennt. Das vornehmſte Stück derſelben war eine hölzerne Welle (fig. 27.) a b 4 Zoll dick. Durch ihre Mitte ging eine Achſe von gehärtetem Stahl, ſo daß auf beyden Seiten der Welle zwey Zapfen hervorragten. Der vorderſte Theil d d dieſer Zapfen war $\frac{1}{4}$ Zoll, der hintere c c $\frac{1}{2}$ Zoll dick, und dieß deßwegen, damit die Verſuche ſowohl mit den dickern als auch mit den dünnern Zapfen angeſtellt werden konnten. Die ganze Welle mit ihrer Achſe wog zuſammen 3 Pfund. Das Ganze konnte man auf ein dazu gehörig eingerichtetes Lager bringen, wobey die Zapfen in Lagern von verſchiedenen Materien, z. B. Stahl, Kupfer, Zinn, Guajacholz u. ſ. f., eingelegt werden konnten, welche aber alle, ſo wie die Zapfen ſelbſt, ſehr wohl poliret waren. Um die Welle ſelbſt war ein Seil geſchlagen, woran an beyden Enden ein Paar gleiche Gewichte p und q hingen, um den

den Druck gegen die Zapfenlager nach Gefallen zu vergrößern. Auf der einen Seite hing an einer feinen Schnur eine Wagſchale r, um darein die Gewichte zu legen, welche die Welle drehen ſollten. Da beym Gebrauch der dünnen Zapfen dd die Welle 16 Mahl dicker als die Zapfen war, mithin r auch 16 Mahl mehr Moment erhielt, als das Reiben am Umfange bey d, ſo verhielt ſich die Friktion zum Druck wie 16 r : p + q + 3 Pfund.

Exemp. Ließen ſtählerne Zapfen auf Guajacholz, und es hing auf beyden Seiten der Welle 1 Pfund Gewicht, ſo mußte zur Bewegung r = 12 Drachmen ſeyn. Mithin war 16 r = 192 Drachmen, p + q + 3 Pfund = 5 Pfund = 640 Drachmen, alſo war das Reiben zum Druck = 192 : 640, oder wie 3 : 10. Waren hingegen die Zapfen eingeölt, ſo gebrauchte man in r nur 10 Drachmen, mithin war 16 r = 160 Drachmen, und das Reiben zum Druck wie 160 : 640 = 1 : 4.

Aus dieſen Verſuchen ergibt ſich folgendes: beym Stahl iſt die Friktion am geringſten auf Meſſing, ſie iſt größer auf Bley, ferner nach der Ordnung auf rothem Kupfer, Guajacholz, Stahl und Zinn. Beym Stahl auf Guajacholz iſt die Friktion nicht ſehr ſtark, wenn gleich kein Oel dazwiſchen gebracht wird. Die Friktion wächſt nicht genau in dem Verhältniſſe des Drucks, und jede Art der Körper hat ihre beſondern Geſetze der Friktion, welche bloß dieſer Art eigen ſind, und ſich nicht allgemein machen laſſen. Wenn die Zapfen eingeölt ſind, ſo iſt die Friktion beym Stahl auf Meſſing etwa nur $\frac{1}{7}$ des Drucks, beym Stahl auf Stahl, Zinn und Guajacholz $\frac{1}{4}$ des Drucks und auf rothem Kupfer etwa $\frac{1}{5}$ desſelben. Gemeiniglich iſt die Friktion ſolcher Körper, welche von einerley Art ſind, am ſtärkſten. Dieß rührt nach der gemeinen Meinung vermuthlich daher, weil die Struktur und Länge der Theile gegen einander bey zwey Körpern von einerley Art in dem einen ſo wie in dem andern iſt; daher können die Erhöhungen des einen deſto tiefer in die Vertiefungen des andern eindringen, da im

Gegen-

Gegentheil bey Körpern von verſchiedener Art die Struktur verſchieden iſt, und daher Vertiefungen und Erhöhungen nicht ſo regelmäßig einander treffen.

Herr Hube *) unterſcheidet eine doppelte Art der Friktion. Die von der erſten Art nennt er diejenige, welche bloß die Bewegung hindert und ſchwächt, die ein Körper anders woher erhält. Oft aber bringt die Friktion in runden Körpern eine drehende Bewegung hervor, welche ohne ſie gar nicht Statt finden würde, und dieſe Friktion nennt er die von der zweyten Art. So dreht ſich eine auf der horizontalen Fläche fortgeſchobene Kugel immer rückwärts, indem ſie vorwärts fortgehet, bloß weil ſie ſich auf der Fläche reibt. Ihre fortgehende Bewegung wird durch dieſe Reibung ebenfalls geſchwächt, aber viel weniger, als ſie geſchwächt werden würde, wenn die Reibung keine Drehung hervorbrachte. Denn überhaupt iſt die Reibung der zweyten Art unter gleichen Umſtänden viel geringer, als die Reibung der erſten Art, und zwar um deſto mehr, je beweglicher der Körper, welcher ſich drehet, nach allen Seiten iſt. Unter allen runden Körpern, die einer ſolchen Drehung fähig ſind, iſt unſtreitig die Kugel nach allen Seiten hin am beweglichſten. Sie leidet alſo auch unter gleichen Umſtänden die kleinſte Reibung, und verliert weniger durch ſie von ihrer fortgehenden Bewegung, als Walzen oder Scheiben und Räder. Dieß iſt der Grund, warum man unter ungeheuren Maſſen, welche fortgezogen werden ſollen, metallene Kugeln legt, weil dadurch die Reibung ſo viel als möglich vermindert wird. Kleinere Laſten aber ſchiebt man gewöhnlich auf untergelegte Walzen fort, weil ſie bequemer als Kugeln ſind.

Wie ſehr der Widerſtand vermindert wird, wenn man die Reibung der erſten Art in eine der zweyten Art verwandelt, zeigen ſelbſt unſere gewöhnlichen Fuhrwerke auf eine ſehr einleuchtende Art. Sie ſind mit Rädern verſehen,

 welche

*) Vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. B. III. Leipz. 1794. 8. 40ſter Brief S. 322 u. f.

welche ſich wegen ihrer Reibung auf der Erde drehen, folglich an ihrem Umfange eine Reibung der zweyten Art leiden, anſtatt daß die ganze Reibung eines Schlittens oder einer Schleiſe von der erſten Art iſt. Ungeachtet nun die Räder ſich wirklich noch an ihren Achſen auf die erſte Art reiben, ungeachtet ſie theils durch ſich ſelbſt theils durch die Achſen und die übrigen zu ihrer Befeſtigung nöthigen Theile das Gewicht der Wagen ungemein vermehren, ſo machen ſie dennoch, bloß durch ihr Drehen, daß auf einem ungleichen Boden, wo die Reibung vorzüglich groß iſt, die Wagen viel leichter fortzuziehen ſind, als die Schleifen oder Schlitten. Hemmet man aber die Räder, ſo wird die Bewegung derſelben ganz ungemein erſchweret, weil jetzt ihre ganze Reibung bloß von der erſten Art iſt.

Auf eine ähnliche Art kann auch die Reibung liegender oder horizontaler Wellen vermindert werden, wenn man jeden ihrer Zapfen nicht auf ein unbewegliches Lager, ſondern auf die Räder zweyer neben einander geſtellter Rollen oder Räder legt, die ſich beyde nach entgegengeſetzten Richtungen drehen, wenn die Welle gedrehet wird. Denn weil die Drehung der Rollen bloß eine Folge der Reibung zwiſchen ihren Rändern und den Zapfen der Wellen iſt, ſo gehöret dieſe Reibung zur zweyten Art, anſtatt daß die Reibung der Zapfen auf unbeweglichen Lagern von der erſten Art iſt. Es reiben ſich zwar die Zapfen der Rollen oder Räder auch auf die erſte Art, allein dieſe Reibung wird durch eine geringe Kraft überwunden, weil ihr Ort am Umfange des Zapfens der Rolle und alſo der Achſe, um welche ſich die Rolle drehet, viel näher liegt, als der Ort der Kraft, der am Umfange der Rolle ſelbſt iſt. Daher wird bey kleinen und leichten Maſchinen, die mit liegenden Wellen verſehen ſind, die Bewegung ſehr erleichtert, wenn man die Zapfen jener Welle auf etwas große Rollen legt. Bey großen und ſchweren Maſchinen aber, dergleichen die Mühlen ſind, kann man ſich dieſes Vortheils nicht bedienen, weil die Rollen

durch

durch die große Laſt der Welle bald verbogen und ganz unbrauchbar gemacht werden.

Die drehende Bewegung der Kugeln und Walzen bey der Reibung der zweyten Art rührt bloß daher, daß die erhabenen Theilchen ihrer Oberflächen auf die Theilchen der Flächen ſtoßen, auf welchen ſie ſich fortbewegen, und von ihnen zurückgetrieben werden. Da die letztern unbeweglich ſind, ſo benehmen ſie den erſtern, welche ſich leicht zurücktreiben laſſen, ihre ganze Bewegung, oder ſie ſtoßen ſie eben ſo ſtark rückwärts, als ſie mit den übrigen Theilen und der Achſe, um welche ſie ſich drehen, vorwärts gehen. Daher drehet ſich der Umfang eines Wagenrades eben ſo ſchnell rückwärts um ſeine Achſe, als dieſe nebſt dem Wagen fortgehet. Auf eine ähnliche Art verhalten ſich die Walzen und Kugeln, die man auf einer horizontalen Fläche fortſchiebt oder zieht.

Dadurch, daß die Theilchen der Fläche auf die Theilchen des Umfanges des Rades ſtoßen, welches auf ihr fortgezogen wird, entſteht in dem Rade nicht nur eine drehende Bewegung, ſondern es wird auch zugleich die fortgehende Bewegung desſelben geſchwächt, und zwar um deſto mehr, je ſchneller das Rad fortgezogen wird. Daher wächſt die Reibung der zweyten Art mit der Geſchwindigkeit, unerachtet ſie überhaupt mehrentheils nur gering iſt. Dreht ſich aber ein runder Körper, indem er ſich auf einer Fläche reibt, nicht durch die Reibung, ſondern durch eine andere Kraft, ſo wie z. B. die Welle einer Mühle auf ihren Zapfenlagern, ſo iſt die Reibung von der erſtern Art, weil die ſtoßenden Theilchen einander in dieſem Falle nicht ausweichen.

Die ſonſt gewöhnliche Friktion, welche bisher iſt betrachtet worden, oder **Hube's** Friktion der erſten Art, muß aber noch in zwey beſondere Gattungen abgetheilet werden. Denn ſobald diejenigen Körper, welche an einander fortbeweget werden, ſchon in Bewegung ſind, ſo wird alsdann die Friktion der wirklich bewegten Körper ganz anders ſeyn, als diejenige Friktion, da der Körper auf den andern ſich zu

bewegen

bewegen anfängt. Der Herr **von Segner** α) nennt daher auch die letztere die **Friktion der Ruhe**, und unterſcheidet dieſe von der **Friktion der Bewegung**. Das Holz hat die Eigenſchaft, wenn es auf der Oberfläche eines Körpers liegt, daß ſeine Reibung der Ruhe bald größer bald kleiner iſt, nachdem es auf der Oberfläche länger oder kürzer in Ruhe gelegen hat, ehe es auf ihr anfing ſich zu bewegen. Auf einer metallenen Fläche muß ein Stück Holz mehrere Tage liegen, ehe ſeine Reibung der Ruhe ſo groß als möglich wird. Hat ſie aber ein Mahl ihr Größtes erreichet, ſo hilft eine längere Ruhe nichts. Holz auf Holz, wenn es nicht geſchmieret wird, erreicht ſeine größte Reibung der Ruhe in kurzer Zeit, und dieſe macht bey kleinem und mäßigem Drucke oft die Hälfte, ja noch mehr als die Hälfte des ganzen Druckes aus. Wird aber das Holz gehörig geſchmieret, und iſt die Schmiere ſchlüpfrig genug, und nicht alt, ſo beträgt die Reibung der Ruhe gewöhnlich kaum den vierten oder fünften Theil des Drucks. Wird aber der Druck groß, und die reibende Fläche klein, ſo macht die größte Reibung der Ruhe zuletzt einen merklich kleinern Theil des ganzen Drucks aus. Daß ſich aber bey fortgehender Bewegung die Friktion ändere, haben verſchiedene Naturforſcher aus der Erfahrung geſchloſſen. Es hat jedoch noch ſeine Schwierigkeiten, die Aenderung des Geſetzes der Friktion bey fortgehender Bewegung zu beſtimmen, und überhaupt, wie ſie von der Geſchwindigkeit abhange. **Muſſchenbroek** β) hat ein Paar Verſuche angeſtellt, welche dazu dienen ſollen, das Geſetz vermittelſt der Erfahrung auszumitteln. Der Herr **von Segner** hat dieſe Verſuche in der angeführten Abhandlung zum Grunde gelegt, und eigene ähnliche Verſuche angeſtellet. Das daraus gefundene Reſultat ſchien zu ſeyn, daß ſich die Differenzen der Zahlen, welche die Geſchwindigkeiten ausdrucken, ziemlich genau wie die Logarithmen der Friktionen verhalten. Der Herr von

α) Diſſert. de adfrictu ſolidorum in motu conſtitutorum. Halae 1758. 4.
β) Introduct. ad philoſoph. natur. §. 523.

von **Segner** hat daraus Formeln abgeleitet, deren Richtigkeit er durch verſchiedene Verſuche wahrſcheinlich zu machen geſuchet hat.

Bey den Maſchinen iſt mehrentheils die Friktion der Bewegung kleiner, als die Friktion der Ruhe. Denn indem ſich eine Maſchine beweget, wird ſie mehr oder weniger erſchüttert, und dadurch lüften ſich die Theile, die ſich an einander reiben. Wenn man ein Stück Holz auf einem hölzernen Tiſch fortſchiebt, und auf dieſen zugleich öfters gelinde mit einem Hammer ſchlägt, ſo findet man bey mäßigem Drucke und ungeſchmierten Flächen die Reibung nicht über $\frac{1}{6}$, und bey großem Drucke kaum $\frac{1}{10}$ des Drucks groß. **Euler** [α]) nimmt an, daß in Maſchinen, deren Theile nicht geſchmieret ſind, die Reibung durch kleinere oder größere Geſchwindigkeit, mit welcher ſie ſich bewegen, nicht verändert werde. Auch beweiſen dieß ſchon die Verſuche, welche **Schober** [β]) in den Salzgruben bey Krakau mit Rollen gemacht hat, deren Achſen von Stahl, die Lager theils von Horn, theils von Metall waren. Denn die Bewegung dieſer Rollen und der an ihnen hängenden Gewichte blieb beſtändig, und ſelbſt bey einer Tiefe von 216 Fuß, durch welche die letztern gingen, gleichförmig beſchleunigt. Sie wurde alſo von einer gleichförmigen Kraft erzeugt. Da nun dieſe Kraft von dem Uebergewichte auf der einen Seite, welches während der ganzen Bewegung immer von gleicher Größe blieb, nach Abzug der Friktion entſtand, ſo mußte auch die Friktion immerfort gleich groß geblieben ſeyn. Mit dieſen Verſuchen ſtimmen auch die des Herrn **Coulomb** [γ]) überein, und zeigen außerdem, daß auch bey Holz auf Holz, wenn es ungeſchmiert iſt, die Reibung der Bewegung bey jeder Geſchwindigkeit ungefähr einerley Größe behält. Aber bey

α) Theoria motus corporum ſolidorum. §. 961. p. 450.

β) Verſuch einer Theorie von der Uebermucht. Leipzig 1751.

γ) Sur la theorie des machines ſimples en ayant regard au frottement de leurs parties etc. pièce, qui a remporté le prix double de l'Acad. de Paris pour 1781. auszugsweiſe in *Rozier* Journ. ſept. 1783.

bey geſchmierten Flächen wächſt die Friktion mit der zunehmenden Geſchwindigkeit immerfort. Daher wird auch die Bewegung immer geringer, und zuletzt gar nicht weiter beſchleuniget. Aus dieſer Urſache fangen auch die Maſchinen, die von irgend einer Kraft beſchleuniget werden, in kurzer Zeit ſich gleichförmig zu bewegen an, wenn ſie geſchmieret ſind.

Nach **Eulers** Vorausſetzung hat Herr Prof. **Gerſtner** [α]) in Prag Unterſuchungen über das Reiben beym Räderwerke angeſtellt. Wenn die Politur mittelmäßig war, ſo betrug die Friktion nie über $\frac{1}{4}$ des Drucks; bey guter Einſchmierung des Zapfens war ſie auch nur $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{7}$, $\frac{1}{8}$ des Drucks. Die Kraft muß alle Mahl größer ſeyn, wenn das Rad den Trilling als wenn dieſer jenes in Bewegung ſetzt; auch iſt in beyden Fällen weniger Kraft nöthig, wenn die Dicke der Triebſtecken noch größer gemacht wird, als die halbe Entfernung des einen von dem andern. Es iſt daher vortheilhafter, wenn man dem Rade, an welchem die Kraft arbeitet, die Geſtalt eines Trillings gibt, auch wenn man die Triebſtecken dicker, die Zähne hingegen dünner macht.

Die mathematiſche Theorie der Friktion mit Anwendung auf die Maſchinen findet man beym **Belidor** [β]) und **Karſten** [γ]), und beſonders in einzelnen Abhandlungen von **Meiſter** [δ]), **Lambert** [ε]), **Coulomb** und **Metternich** [ζ]).

Die Friktion kann übrigens durch verſchiedene Mittel beträchtlich vermindert werden. Dahin gehöret unter andern der Vortheil, daß man nicht einerley Materien auf einan-

α) Vergleichung der Kraft und Laſt beym Räderwerke, mit Rückſicht auf Reibung, in den neuen Abhandl. der könial. böhm. Geſellſch. der Wiſſenſch. B. 1. Wien und Prag 1791. Nr. 15.

β) Architectur. hydraul. liv. I. chap. 2.

γ) Lehrbegriff der geſammten Mathematik. Th. IV. Mechanik der feſten Körper XXII. u. f. Abſchnitte.

δ) De aberratione attritus a lege inertiae, in nov. comment. ſociet. Goetting. Tom. I. p. 141.

ε) Sur le frottement, en tant qu'il ralentit de mouvement, in nouv. mémoir de l'Acad. de Berlin 1772. p. 9.

ζ) Diſſert. de frictione. Erfurd 1756. 4. Von dem Widerſtande der Reibung; a. d. latein. Frankf. u. Maynz 1789. 8.

einander laufen läßt, ſondern ſolche auswählet, welche ſich wenig reiben. Auch durch das Einſchmieren kann die Friktion ſehr anſehnlich und bis auf die Hälfte vermindert werden, nur muß die Schmiere gut, friſch und rein ſeyn. Denn ſchlechte oder alte Schmiere vermehret oft die Friktion, anſtatt ſie zu vermindern. Daher muß man bey den Maſchinen, welche einen großen Druck leiden, die Schmiere ſehr oft erneuern. Den Grund hiervon ſucht man gewöhnlich darin, daß die Theilchen auf den Oberflächen der feſten Körper größtentheils haarförmig ſind, und bey der Bewegung dieſer Körper auf einander gebogen und niedergedruckt oder weggeriſſen werden müſſen. Schmiert man alſo auf die Flächen eine klebrichte Materie, deren Theilchen unter einander leicht beweglich ſind, ſo werden die kleinen Borſten der Flächen zuſammengeklebt und ihre Zwiſchenräume ausgefüllt. Nach Beſchaffenheit der Körper, welche man ſchmieret, und nach Bewandniß der Umſtände bedienet man ſich zum Schmieren bald dieſer, bald jener Materie. Das Holz ſchmiert man oft mit Seife oder auch mit Talg, die Metalle mit Oel oder Talg, die Achſen der Wagenräder mit Fett oder Theer u. ſ. f.

Endlich kann die Friktion dadurch beträchtlich vermindert werden, wenn man die Einrichtung ſo macht, daß ſich Flächen nicht an einander reiben, ſondern über einander rollen, oder ſich wälzen, oder wenn man, mit Herrn **Hube** zu reden, die Friktion der erſten Art in die der andern Art verwandelt.

Wie Zahn und Getriebe bey Räderwerken eigerichtet ſeyn müſſe, um die Friktion ſo viel als möglich zu vermindern, ſ. m. den Artikel, **Räderwerk, zuſammengeſetztes.**

So nachtheilig übrigens die Friktion auch in gewiſſen Abſichten iſt, ſo nützlich und nothwendig iſt ſie in andern. Durch ſie preſſen wir Körper vermittelſt der Schrauben und Keile zuſammen; durch ſie halten wir oft mit einer geringern Kraft Bewegungen auf, die uns ſchädlich ſeyn möchten. Durch ſie ſind wir vermögend auf Anhöhen zu kommen u. ſ. w.

Mit einem Worte, die Friktion gewähret bey dem Maſchinenweſen eben ſo große Vortheile, als die Verminderung derſelben bey wirklicher Bewegung. Die Friktion bey der Schraube iſt bey Veranlaſſung eines von der Jablonowskyſchen Geſellſchaft zu Leipzig ausgeſetzten Preiſes in einigen Abhandlungen *) betrachtet worden.

Die Friktion des Holzes und der Stricke wird beſonders durch Kreide vermehret. So pflegt man das Seil an einer Radwinde, um an ſelbiger große Laſten in die Höhe zu ziehen, mit Kreide zu beſtreichen, ſie alsdann einige Mahl ſtraff um die Welle zu winden, und das andere Ende von einer oder mehreren Perſonen ſtark anzuziehen. Auch durch Sand, Staub und Unreinigkeit wird die Friktion vermehret.

Außerdem wird durchs Reiben zweyer Körper an einander fühlbare Wärme erreget, und oft Flamme hervorgebracht. Auf ſolche Art können hölzerne Maſchinen in Brand verſetzet werden, wenn diejenigen Stellen, wo eine ſtarke Reibung Statt findet, nicht gehörig geſchmiert oder abgekühlet werden. Auch erregt man durch Reibung Elektricität und Vertheilung des Magnetismus. M. ſ. **Elektricität, Magnet.**

M. ſ. **Karſten** Lehrbegriff der geſammten Mathematik Th. III. Statik der feſten Körper. Abſchn. XII Th. IV. Mechanik der feſten Körper. Abſchn. XXII. **Hube** vollſtändiger uud faßlicher Unterricht in der Naturlehre. B. III. Leipz. 1794. 8. 40ſter — 42ſter Brief. S. 222 u. f.

Reibzeug der Elektriſirmaſchine, Reiber, Küſſen (corpus affrictans ſ. electricitatem excitans affrictu, corps frottant, couſſinet électrique). Unter dieſem Nahmen verſteht man denjenigen Körper, womit ein elektriſcher Körper gerieben wird, um dadurch Elektricität zu erregen. Anfänglich rieb man bloß Glasröhren mit der Hand, um elektriſche Verſuche anſtellen zu können. Auch nachher, als man ſtatt der Glasröhren Kugeln, als elektriſche Körper, gebrauchte, und dieſe größerer Bequemlichkeit wegen in Geſtelle

*) *Gulden* de helice. *Gerlach* de cochlea, in actis ſociet. Jablonovianae. Tom. V. ab an. 1775 ad 1779.

ſtelle brachte, um ſie ſchnell zu bewegen, bediente man ſich noch eine Zeit lang der Hand zum Reibzeuge. Der erſte, welcher zum Reibzeuge Polſter oder Küſſen anwendete, war Winkler zu Leipzig. M. ſ. Elektricität. Das erſte Küſſen, welches Winkler an eine Glascylindermaſchine anbrachte, war von Leder oder Leinwand, mit Wolle oder andern leichten Materien ausgeſtopft, und konnte durch eine Stellſchraube von unten an den Cylinder a gedruckt werden. Von dieſer erſten Einrichtung ging zwar Winkler bald wieder ab, indem ſich das Glas dadurch zu ſehr erhitzte, nicht lange darauf aber gebrauchte er doch wieder die Küſſen, die vermittelſt einer Stahlfeder gelinder an die Glaskugeln oder Cylinder angedruckt werden konnten.

Watſon und Wilſon in England bedienten ſich ebenfalls der in Deutſchland erfundenen Maſchinen mit den an ſelbigen angebrachten Küſſen. Nollet in Frankreich hingegen verwarf die Küſſen, und ließ den elektriſchen Körper immer noch an der Hand reiben, ob es gleich auch andere Freunde der Phyſik in Frankreich gab, welche die Küſſen bequemer als die Hand fanden, und Sigaud de la Fond erzählet, daß er bereits 1754 Federn daben angebracht, und die Küſſen ſeitdem immer mit dem beſten Erfolg angewendet habe.

Watſon entdeckte, daß die Elektricität weit beträchtlicher erreget werden konnte, wenn das Küſſen und das ganze Geſtelle der Maſchine angefeuchtet wurde. Auch bemerkte Wilſon, daß es ſehr vortheilhaft war, das lederne Küſſen mit Silber oder Kupfer zu überziehen, und die ganze Maſchine mit dem feuchten Boden in Verbindung zu bringen. Von dieſen Erſcheinungen konnte man damahls noch keinen Grund anführen, und Nollet läugnete ſie ſogar gänzlich, indem er behauptete, alle Feuchtigkeit überhaupt ſey der Elektricität nachtheilig. Indeſſen machte doch Watſon dieſe wichtige Erfahrung, daß nur eine ſchwache Elektricität erreget werden konnte, wenn ſowohl das Reibzeug als

auch die Glaskugel iſoliret ward, daß hingegen die Elektricität weit beträchtlicher wurde, wenn man eines von beyden mit dem feuchten Erdboden in Verbindung brachte. Dieß brachte ihn auf die Meinung, daß die Elektricität der Kugel nicht eigen ſey, ſondern daß ſie durchs Reiben an dem Küſſen nach und nach aus dem Fußboden herbeygelocket werde. Um das Jahr 1747 fand endlich D. **Bewis**, daß die iſolirte reibende Perſon einer andern iſolirten, welche die Glaskugel oder den Conduktor berührte, einen weit ſtärkern Funken gab, als beyde einer dritten auf bloßem Fußboden ſtehenden gaben, woraus **Watſon** folgerte, daß die Glaskugel eben ſo viele Elektricität erhalte, als dem Reibzeuge genommen werde. Dadurch wurde man auf richtigere Begriffe von den entgegengeſetzten Elektricitäten geleitet, und man iſt beſonders ſeit **Franklins** Zeiten völlig überzeuget worden, daß die Elektricität des Reibzeuges der der Glaskugel entgegengeſetzet iſt, oder daß überhaupt von zweyen an einander geriebenen Körpern der eine + E und der andere — E erhalte. Dadurch iſt der Ausdruck **Reibzeug** noch viel allgemeiner als vormahls worden. Da nämlich die Erfahrung unwiderſprechlich lehrte, daß jederzeit bey Reibung zweyer Körper beyde Elektricitäten erreget wurden, ob ſie gleich immer ſchwach blieben, wenn beyde Körper iſoliret waren, daß hingegen die eine Elektricität an demjenigen Körper, welcher iſolirt war, ſtark wurde, wenn der andere Körper mit der Erde eine leitende Verbindung hatte, ſo erhielt eben der letztere Körper den allgemeinen Nahmen des **Reibzeuges**. Hierbey hat man nun noch beſonders dieß zu bemerken. Wenn beyde Körper, die ſich an einander reiben, Leiter ſind, und keiner iſoliret iſt, ſo zeigt ſich gar keine Elektricität; iſt aber der eine ein elektriſcher Körper, ſo wird nun die an den reibenden Stellen des elektriſchen Körpers erregte Elektricität wegen der nicht leitenden Eigenſchaft gleichſam feſt gehalten, und es iſt folglich dieſer Körper eben ſo zu betrachten, als ob er iſoliret wäre, daher er auch eine ſtarke Elektricität zeiget. Wenn endlich beyde Körper elektriſche

Körper

Köper ſind, ſo zeiget ſich nur ſchwache Elektricität, weil es hier eben ſo viel iſt, als ob beyde Körper iſoliret wären.

Folgende aus **Cavallo** entlehnte Tafel zeiget, was für eine Elektricität in verſchiedenen Körpern erreget werde, wenn man ſie mit verſchiedenen Subſtanzen reibet.

Elektriſche Körper		Reibzeug
Katzenhaar	poſitiv	jede Subſtanz, mit der man bisher Verſuche angeſtellet hat
Glattes Glas	poſitiv	jede Subſtanz, mit der man es bisher verſuchet hat, das Katzenhaar ausgenommen.
Mattgeſchliffenes Glas	poſitiv	Trockener Wachstaffet, Schwefel, Metalle
	negat.	Wollenzeug, Federkiel, Holz, Papier, Siegellack, weiß Wachs, die Hand.
Turmalin	poſitiv	Bernſtein, Luft mit Blaſebälgen darauf geblaſen.
	negat.	Demant, die Hand.
Haſenfell	poſitiv	Metalle, Seide, Magnetſtein, Leder, die Hand, Papier, gedörrtes Holz
	negat.	andere feinere Felle
Weiße Seide	poſitiv	Schwarze Seide, Metalle, ſchwarz Tuch
	negat.	Papier, die Hand, Haare, Wieſelfell.
Schwarze Seide	poſitiv	Siegellack
	negat.	Haſen- Wieſel- und Iltisfelle, Magnetſtein, Meſſing, Silber, Eiſen, die Hand.
Siegellack	poſitiv	Metalle
	negat.	Haſen- Wieſel- und Iltisfelle, die Hand, Leder, wollen Zeug, Papier.
Gedörrtes Holz	poſitiv	Seide.
	negat.	Flanell.

Dergleichen Verſuche ſind jedoch von ſo großer Feinheit, daß ſie den ſorgfältigſten Beobachter erfordern; denn ihr Er-

folg hängt von ſo kleinen und veränderlichen Umſtänden ab, daß oft der nämliche elektriſche Körper mit eben derſelben Subſtanz gerieben ein Mahl Zeichen der einen, das andere Mahl der entgegengeſetzten Elektricität angibt. Oft bringt eine kleine Veränderung auf der Oberfläche, ein verſchiedener Grad der Trockenheit, oder eine verſchiedene Anwendung ein und derſelben Materie eine verſchiedene Elektricität hervor. Der Regel nach erhält der vollkommenere elektriſche Körper die poſitive, der weniger vollkommnere aber die negative Elektricität, ſo wie die glättere Oberfläche die poſitive, und die rauhere die negative Elektricität bekommt. Jedoch iſt dieſe Regel nicht für unveränderlich und allgemein zu halten; ſo erhält z. B. das Siegellack die negative Elektricität, ob es gleich ein vollkommener elektriſcher Körper und glätter iſt, als die Hand oder das Papier, womit es gerieben wird.

Wenn zwey elektriſche Körper, welche ſich in aller Abſicht völlig gleich ſind, an einander gerieben werden, ſo erhält derjenige, welcher das ſtärkſte Reiben erleidet, die negative, der andere aber die poſitive Elektricität. Wenn z. B. ein Stück Seidenzeug A über ein anderes B, das dem vorigen in jeder Abſicht gleich iſt, ſo hinweggezogen wird, daß die Oberfläche des ganzen Stückes A nach und nach bloß über einen einzelnen Theil der Oberfläche von B gehen muß, ſo wird A die poſitive, und B die negative Elektricität erhalten.

Dünne elektriſche Körper, z. B. ſeidene Bänder, ſeidene Strümpfe u. ſ. f. zeigen beym Reiben über einander vorzüglich merkwürdige Eigenſchaften. Verſuche hierüber haben beſonders **Symmer** [α]), **Cigna** [β]) und **Beccaria** [γ]) angeſtellet, von welchen man Auszüge beym **Prieſtley** [δ]), **Sacin** [ε]) und in der deutſchen Ueberſetzung von **Cavallo**

[α]) Philoſoph. transact. Vol. LI. P. I. nr. 36.
[β]) Miſcell. ſociet. Taurinenſ. an. 1765. p. 31 ſq.
[γ]) Elettriciſmo artificiale. p. 197 ſq
[δ]) Geſchichte der Elektricität, durch Krünitz. S. 166 u. f.
[ε]) Anfangsgr. der Elektricität. Hanau 1778. 8. 6 u. 7te Vorleſung.

Cavallo *) findet. Dieſe Verſuche ſcheinen auf folgende allgemeine Regeln zu führen. Bänder, zwiſchen zwey Leitern gerieben, werden negativ; hingegen zwiſchen zwey elektriſchen Körpern gerieben, erhalten ſie die poſitive Elektricität. Weiße Bänder zwiſchen Leitern und elektriſchen Körpern ſchwach gerieben, bekommen poſitive, ſtark gerieben aber negative Elektricität. Zwey Bänder über einander gelegt, und zwiſchen verſchiedenen Subſtanzen gerieben, erhalten jedes die entgegengeſetzte Elektricität von der Fläche, die es berühret hat. Hat es Glas oder leitende Körper berühret, ſo wird es negativ, hat es Siegellack, Schwefel, ſchwarze Seide, Holz u. ſ. berühret, ſo wird es poſitiv gefunden. Legt man ſie daher auf Glas oder auf Meſſing, und reibt ſie mit Siegellack, ſo wird das obere poſitiv, das untere negativ, und wenn man ſie aufhebt, kleben beyde an einander.

Aus dieſem Angeführten ſieht man leicht, daß ſehr viele Subſtanzen als Reibzeuge bey den Elektriſirmaſchinen, Elektrophoren u. ſ. f. dienen können, nachdem man irgend einen Körper zum elektriſchen Körper wählet. Bey den gewöhnlichen Glaskugel- oder Cylindermaſchinen gebrauchet man lederne oder ſeidene Küſſen. M. ſ. **Elektriſirmaſchine.** Sonſt pflegte man an die Vorderſeite des Küſſens ein Stück Leder anzubringen, und ſelbiges mit dem elektriſchen Amalgama zu beſtreichen. Nachher fand man es aber für beſſer, ein ſeidenes Küſſen mit Haaren auszuſtopfen, und über ſelbiges Leder zu ziehen, in welches das Amalgama eingerieben wird. Vom untern Rande dieſes Küſſens geht ſodann noch ein Lappen von Wachstaffet bis an den Einſauger des Conduktors über den Cylinder hinweg. Iſt das ſeidene Küſſen an eine metallene Platte befeſtiget, ſo müſſen an ſelbiger alle ſcharfe Kanten und Ecken vermieden werden, oder man muß ſie mit Seide bedecken. Ueberhaupt iſt das Küſſen ſo einzurichten, daß diejenige Seite, an welche ſich die Oberfläche des Glaſes beym Herumdrehen andrängt, ein

*) Vierte Auflage, Leipz. 1797. 8. B. I. S. 308 u. f.

ſo vollkommener Leiter als möglich ſey, damit ſie die Elektricität ſo geſchwind, als möglich, hergebe, die andere Seite aber, ſo viel als möglich, ein Nichtleiter, damit nichts von der am Glaſe angehäuften elektriſchen Materie hinter das Küſſen gehe. Uebrigens iſt es ſehr vortheilhaft, das Reibzeug an der Maſchine ſelbſt zu iſoliren. Denn auf ſolche Art kann man nach Belieben poſitiv oder negativ elektriſiren; poſitiv nämlich, wenn man die Iſolirung des Reibzeuges durch eine von ſelbigem bis zur Erde herabhangende Kette aufhebet, und den Conduktor an den elektriſchen Körper der Maſchine bringt, negativ, wenn man das Reibzeug iſoliret, den Conduktor an ſelbiges ſtellt, wozu ſelbſt bey einigen Maſchinen ein eigener Leiter angebracht iſt, und den poſitiven Conduktor mit der Erde in leitende Verbindung bringt.

Bey den Glasſcheibenmaſchinen werden gewöhnlich auf beyden Seiten der Scheibe Küſſen angebracht, von deren Einrichtungen man das Nöthigſte unter dem Artikel, **Elektriſirmaſchine**, findet.

M. ſ. **Prieſtley** Geſchichte der Elektricität durch **Krünitz**. S. 45. 88. 125 u. f. **Cavallo** vollſtändige Abhandl. der Lehre von der Elektricität. Leipz. 1797. 8. B. I. S. 30. 129.

Reif (pruina, givre, gelée blanche, frimas). Hierunter verſteht man den gefrornen Thau, welchen man vornehmlich zu Ende des Herbſtes und des Winters auf den der Luft ausgeſetzten Oberflächen der Körper wahrnimmt. Wenn nämlich die Luft und die Oberflächen der Körper ſo ſehr erkalten, daß die Kälte bis zum Gefrierpunkte ſteiget, ſo gefrieret auch das aus der Luft ſich niederſchlagende Waſſer oder der Thau. Dieſer Fall hat gewöhnlich Statt zu Ende des Herbſtes und des Winters, da die Nächte noch lang genug ſind, um den Körpern die am Tage über angenommene Wärme bis zum Gefrierpunkte völlig zu entziehen. Daher ſieht man anſtatt des in Sommertagen gewöhnlichen Thaues, die Pflanzen, die Bäume, die Dächer der Gebäude u. ſ. mit Reif überzogen. Dieſe Art von Reif wird in der franzöſiſchen Sprache mit dem Nahmen gelée blanche belegt.

Eine andere Art Reif, givre oder frimas genannt, wird in der Luft aus den niedergeſchlagenen Dunſttheilchen gebildet, wenn ſie nämlich bis zum Gefrierpunkte erkaltet iſt. Dieſer Reif entſtehet beſonders im Winter und in kalten Himmelsſtrichen, wo häufiger Nebel angetroffen wird. Die in der Luft ſchwebenden Eistheilchen legen ſich an die der Luft ausgeſetzten Flächen beſonders auf der Windſeite in großer Menge an. Beyde Arten von Reif, welche ſonſt einander ſehr ähnlich ſind, unterſcheiden ſich nach **Briſſon** darin, daß letzterer (givre) nur alsdann entſtehen kann, wenn die Luft bis zum Gefrierpunkte erkaltet iſt, da hingegen der andere (gelée blanche) ſich bey gelinder Temperatur bilden kann, wenn nur die Oberflächen der Körper, an welche ſich der Thau anlegt, die gehörige Erkältung beſitzen.

Auch das **Gefrieren** der Fenſter, und das uneigentlich ſo genannte **Ausſchlagen der Kälte** an den Gebäuden, Steinen, Eiſen und mehreren andern Körpern beym Anfange des Aufthauens, entſteht auf eine ähnliche Art wie der Reif. Denn beym Aufthauen wird die Luft weit geſchwinder als alle die Körper erwärmet; daher ſchlägt ſich die in der Luft ſchwebende Feuchtigkeit an den kalten Flächen dieſer Körper nieder, und gefrieret an ſelbigen. Es wird alſo die kalte Fläche mit einer weißen Rinde feiner Eistheilchen überzogen. Eben ſo gefrieren auch in einem warmen Zimmer diejenigen Dünſte, welche ſich an den hinlänglich kalten Fenſterſcheiben niederſchlagen, von innen. Wird es hingegen nach ſtarkem Froſte in der atmoſphäriſchen Luft warm, ſo legen ſich alsdann Dünſte an Fenſterſcheiben in ſehr kalten Zimmern an, und gefrieren von außen. Dieſe Eistheilchen kommen alſo nicht, wie der Ausdruck des Ausſchlagens andeutet, aus dem Körper heraus, ſondern hängen ſich vielmehr von außen her an ſeine Fläche.

Ueber die verſchiedenen Geſtalten der gefrornen Dünſte an den Fenſterſcheiben hat der Herr **von Mairan** *) viele

*) Diſſert. ſur la glace, à Paris 1735. 8. vermehrt 1749. 8. Abhandl. vom Eiſe; a. d. Franz. Leipz. 1752. 8.

Unterſuchungen angeſtellet. Weil das Gefrieren des Waſſers eine wahre Kryſtalliſation iſt, deren Kryſtalle ſich unter Winkeln von 60° und 120° mit einander verbinden, ſo zeigen dieß ebenfalls auch die gefrornen Dünſte an den Fenſterſcheiben; außerdem zeigen ſich auch an ſelbigen noch andere krummlinichte Figuren in Geſtalt der Sträucher, Bäume, Aeſte, Blumen u. ſ. f., deren Bildung der Herr **von Mairan** nicht anders erklären kann, als durch ſeine faſt unſichtbare Furchen in der Oberfläche der Glastafeln, welche auf der Glashütte entweder durchs Abſtreichen des geſchmolzenen Glaſes mit dem Eiſen entſtanden, oder nachher bey der Reinigung der Scheiben durch Bürſten und Abſcheuern mit feinem Sande in die Fläche geriſſen worden ſind.

Nollet *) hat einen Verſuch umſtändlich beſchrieben, den Reif oder das ſo genannte Ausſchlagen durch eine künſtliche Kälte nachzumachen. Man vermiſcht nämlich geſchabtes Eis und Kochſalz in einem dünnen gläſernen Gefäße zuſammen, läßt alsdann dieſes von außen wohl abgetrocknete Gefäß an einem feuchten Orte etwa eine Viertelſtunde lang ſtehen. Die Miſchung des Eiſes und des Salzes bringt eine beträchtliche Kälte hervor, und die an dem Gefäße angrenzende Luft ſchlägt an ſelbigem die Feuchtigkeit nieder, welche wegen hinreichender Kälte ſogleich anfrieret, und den Reif bildet.

M. ſ. *Briſſon* diction. raiſon. de phyſique, art. *gelée blanche*, *givre*.

Reiſebarometer ſ. Barometer.

Reißbley, Graphit, Schreibbley, Eiſenſchwärze (plumbago, plumbum ſcriptorium, graphites (Werner), graphitis Forſter), carburas ferri, plombagine, graphite, carbure de fer). Dieſes Mineral wurde bis auf Scheelens Zeiten häufig mit dem Waſſerbley (molybdaena) verwechſelt, oder wenigſtens nur für eine beſondere Art desſelben gehalten. Es hat eine dunkel eiſenſchwarze Farbe, welche ſich zuweilen der ſtahlgrauen nähert, und da,

wo

*) Leçons de phyſ. exper. Tom III. p. 362.

wo es mit Eiſenocher innig vermengt iſt, bräunlichſchwarz ausfällt. Es beſitzet einen metalliſchen Glanz, ſein Bruch iſt ſehr dünn- und gewöhnlich etwas krummſchiefrig, zuweilen iſt es im Einzelnen wirklich ſchon undeutlich blätterig; es ſpringt in unbeſtimmt eckige, nicht ſonderlich ſtumpfkantige Bruchſtücke, zeigt höchſt feinkörnig abgeſonderte Stücke, iſt völlig undurchſichtig, ſehr weich, ein wenig ſpröde, färbt ſehr ſtark ab, fühlt ſich fettig an, und iſt nicht ſonderlich ſchwer. Sein ſpecifiſches Gewicht wechſelt von 1,987 bis 2,267.

Der erſte, welcher das Reißbley näher unterſuchte, war **Pott** [a]) im Jahre 1740; allein ſeine Unterſuchung beſaß noch Unvollkommenheiten; es ſollte nämlich hiernach aus einer ſehr ſtrengflüſſigen, talkartigen Materie und etwas Schwefelſäure beſtehen. Im Jahre 1779 zeigte aber **Scheele** [b]) zuerſt, daß es weder zu den Stein- und Erdarten, noch zu den Metallen gerechnet werden könne, ſondern daß es vielmehr eine wahre kohlige Subſtanz ſey. Herr **Pelletier** hat dieſe Verſuche weiter verfolgt und beſtätiget.

Das Reißbley erleidet durch die ſtärkſte Hitze in verſchloſſenen Gefäßen keine Veränderung und ſchmelzt auch nicht. Wenn es aber unter dem Zugange der Luft ſtark und anhaltend geröſtet wird, ſo verſchwindet es größtentheils, und es bleibt nur etwas Eiſenkalk zurück, wenn es rein iſt. So bemerkten **Gahn** und **Hielm**, daß von 100 Theilen Reißbley nur 10 Theile Eiſenkalk übrig blieben. Die Zerſtörung desſelben iſt ein langſames Verbrennen, wobey man auch ein wellenförmiges Licht auf der Oberfläche bemerkt.

Nach den Verſuchen der Herren **van der Monde, Bertholet** und **Monge** brannte das Reißbley unter einer Glocke mit Lebensluft ſehr langſam, ſo daß ein Theil davon zerſtreuet wurde. Von dem zum Sperren gebrauchten Waſſer wurde $\frac{5}{6}$ der Luft verſchluckt, und dieſe verſchluckte Luft

a) Examen chemicum plumbi ſcriptorii; in den miſcell. Berolin. Tom. VI. p. 29 f. überſ. in Crells neuen chemiſch. Archiv. Th. III. S. 284.

b) Schwediſche Abhandl. vom Jahre 1779. B. XL. S. 238. überſ. in Crells neueſten Entdeckung. Th. VII. S. 153 u. f.

war luftſaures Gas, das übrige $\frac{1}{8}$ war entzündbares Gas. Das rückſtändige Eiſen des Reißbleyes war zu ſchlackigen Kügelchen geſloſſen.

Luft, Waſſer und Oele, ſo wie die weſentlichen concentrirten Säuren haben keine Wirkung auf das Reißbley. Die reinen feuerbeſtändigen Laugenſalze aber zerlegen es in der Schmelzhitze, werden dadurch milld oder luftſauer, und entbinden eine Menge brennbarer Luft. Salpeter verpufft damit im Glühen ſehr lebhaft, wobey ſich kohlenſaures Gas entwickelt, und auch das rückſtändige Alkali des verpufften Gemiſches ſich kohlenſauer zeiget.

Mit dem Schwefel vereiniget ſich das Reißbley durch Schmelzen nicht. Reines enthält auch keinen Schwefel. Weder mit den Erden, noch mit den Metallen läßt ſich das Reißbley zuſammenſchmelzen.

Hiernach beſteht alſo das Reißbley aus Kohlenſtoff und Eiſen, und zwar iſt letzteres darin nicht bloß eingemengt, ſondern chemiſch mit dem Kohlenſtoff verbunden. Es iſt alſo das Reißbley **eiſenhaltiger Kohlenſtoff.** Nach Verſuchen enthält es 0,9 Theile Kohlenſtoff und 0,1 Theil Eiſen, wenn es rein iſt, und keinen Eiſenkalk und keine Erden beygemengt hat. Wahrſcheinlich iſt das Eiſen darin nur als unvollkommener Kalk.

Das Reißbley erzeuget ſich auch beym Schmelzen des Roheiſens, und kann alsdann als Produkt der Kunſt betrachtet werden.

M. ſ. **Gren** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. III. Halle 1795. 8. §. 2116 u. f. deſſen Grundriß der Chemie. Th. II. Halle 1797. 8. §. 1152 u. f. **Girtanner** Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin 1795. 8. S. 426.

Relativ (relatiuum, relatif). So nennt man dasjenige, was nicht an und für ſich, ſondern nur in Beziehung auf etwas anderes ähnliches betrachtet wird. Dem relativen wird das **abſolute** entgegengeſetzet. Beyſpiele hiervon findet man in verſchiedenen Artikeln dieſes Wörterbuchs.

Reper-

Repercuſſion ſ. **Zurückwerfung.**

Repulſion ſ. **Abſtoßen.**

Reſpiration ſ. **Athmenholen.**

Reſonanz (reſonantia, reſonnement). Wenn die beym Schalle in ſchwingende Bewegung verſetzte Luft gegen elaſtiſche Körper ſtößt, deren Theilchen ſo geſpannt ſind, daß ſie Schwingungen von gewiſſer Geſchwindigkeit anzunehmen vermögend ſind, ſo gerathen dieſe Theilchen ſelbſt in eine ſchwingende Bewegung, und bringen ſolchergeſtalt in der übrigen daran angrenzenden Luft eben den Schall oder Ton hervor. Dieſes Mitklingen wird eben **Reſonanz** genannt. Es findet am ſtärkſten Statt, wenn der Körper, an welchen die erſchütterte Luft ſtößt, ſo geſpannt iſt, daß er in eine ſchwingende Bewegung von der nämlichen Geſchwindigkeit verſetzet wird, mithin in eben dem Tone, oder im Einklange reſoniret.

Daraus iſt es zu erklären, warum eine auf einem muſikaliſchen Inſtrumente geſpannte Saite mitklingt, wenn eine auf einem anderen Inſtrumente gleich geſpannte Saite ihren Ton angibt. Legt man auf die geſpannte Saite einer Violine ein leichtes Stückchen Papier, ſo fällt dieſes herab, wenn auf einer andern auch in ziemlicher Entfernung davon liegenden Violine die gleich geſtimmte Saite geſtrichen wird. Weil alle Körper in einem gewiſſen beſtimmten Grade Elaſticität beſitzen, mithin bey gewiſſen Tönen für gewiſſe Schwingungen gleichſam empfänglicher ſind, ſo werden ſie auch bey dieſen Tönen am ſtärkſten reſoniren. Daher kommt es, daß beſonders in gemauerten Salons muſikaliſche Stücke aus gewiſſen Grundtönen dem Gehöre weit angenehmer ſind, als die aus andern, indem ſie für jene Töne am ſtärkſten reſoniren.

Für die ſpröden Körper gibt es gewiſſe Töne, wodurch ihre Theile am ſtärkſten und leichteſten in ſchwingende Bewegungen verſetzet verden. Solche Körper alſo hallen bey dergleichen Tönen, beſonders wenn ſie hohl ſind, ſehr ſtark und anhaltend wieder. Ja es kann dieſer Wiederhall ſo ſtark werden, daß die Theile dieſer Körper von einander reißen.

So

So können Fenſterſcheiben durchs Abfeuren der Kanonen zerſpringen, und Gläſer zerbrechen, in welche mit Heftigkeit hinein geſchrieen wird *).

Auch beruhet auf dieſem Grunde die Wirkung der **Reſonanzböden** auf den mit Saiten bezogenen muſikaliſchen Inſtrumenten, deren Grundſätze vom Herrn **von Maupertuis** [b]) ſind unterſuchet worden. Auf vielen Inſtrumenten behalten die Saiten beſtändig einerley Länge, wie z. B. bey den Clavieren, auf andern aber werden ſie durch einen Druck des Fingers, um höhere Töne hervorzubringen, verkürzt. Um nun ſolchen Inſtrumenten einen vorzüglich ſchönen Klang zu verſchaffen, müſſen die Reſonanzböden eine ſolche Form bekommen, daß ihre Faſern gleichſam eben ſolche gleich geſpannte Saiten vorſtellen, als das Inſtrument Töne geben ſoll, um im Einklange mit zu tönen, und dadurch den angegebenen Ton zu erhöhen. Daraus iſt der Grund herzuleiten, warum die Reſonanzböden durch einen ſchiefen oder krummen Steg oder durch Schalllöcher in Faſern von ungleicher Länge zerſchnitten ſind. Ein ſolches Inſtrument wird daher am vollkommenſten ſeyn, wenn die Zahl der Faſern, welche ſich zu jedem angegebenen Tone ſchicken, ſo gleich als möglich, und die Zahl der ſchwächer mitklingenden falſchen Faſern ſo klein als möglich iſt. So kann es zufällig an einem Inſtrumente im Reſonanzboden für einen gewiſſen Ton mehrere Faſern geben, als für einen andern, oder es können für einen gewiſſen Ton mehrere Faſern reſoniren, als für einen andern; in einem ſolchen Falle ſpielt ſich dieſes Inſtrument aus dergleichen Tönen ſtärker und reiner als aus andern.

Wenn die Reſonanzböden aus ſehr altem trockenen und leichten Holze verfertiget werden, ſo ſind ſeine Faſern deſto beweglicher, und ihre Schwingungen werden durch die angrenzen-

*) *Morhofii* ſtentor ὑαλοκλάστης ſ. de ſcypho vitreo per certum humanae vocis ſonum fracto. Kilon. 1683. 4.

[b]) Sur la forme de inſtruments de muſique; in den mémoir. de Paris 1724.

grenzenden Fibern nicht ſo ſehr aufgehalten als bey feuchtem Holze. Daher haben alte ausgeſpielte Violinen oft einen ſo großen Werth. Auch erhalten oft zerſtoßene und nachher wieder zuſammengeleimte Inſtrumente zufälliger Weiſe eine ſolche Verbindung in ihren Theilen, daß die Zahl der ſchwächern mißklingenden falſchen Faſern weit geringer iſt, als ſie vorher war, daher auch dieſe Inſtrumente einen lebhaftern und reinern Ton als vorher geben, und ebenfalls ſehr hoch geſchätzet werden.

M. ſ. **Erxleben** Anfangsgr. der Naturlehre §. 294. 295.

Retardation (retardatio, retardation, ralentiſſement) iſt die Verminderung der Geſchwindigkeit bewegter Körper. Wenn nämlich Körper in Bewegung begriffen ſind, und in jedem folgenden gleichen Zeittheile der Raum, den ſie zurücklegen, kleiner als im vorhergehenden wird, ſo findet alsdann die Retardation Statt. Man kann alſo auch die Retardation als eine negative Beſchleunigung betrachten, und alle Berechnungen, welche bey der Beſchleunigung bewegter Körper ihre Anwendung finden, haben auch bey der Retardation Statt. M. ſ. **Beſchleunigung.** Uebrigens kann die Retardation ſowohl gleichförmig als auch ungleichförmig ſeyn. So findet z. B. eine gleichförmige Retardation bey der Bewegung eines ſenkrecht in die Höhe geworfenen Körpers Statt.

Weil ein jeder in Bewegung geſetzter Körper vermöge ſeiner Trägheit beſtändig gleichförmig ſich bewegen würde, ſo muß nothwendig bey der retardirten Bewegung eine äußere Urſache in einer der Bewegung entgegengeſetzten Richtung wirken, welche die retardirte Kraft iſt. M. ſ. **Kraft, retardirende.** Alle äußere Hinderniſſe, als der Widerſtand der Mittel, worin die Bewegung geſchiehet, die Friktion u. dergl. ſind als retardirende Kräfte zu betrachten. Denn hierdurch wird verurſachet, daß eine jede Bewegung nach und nach vermindert wird, und zuletzt ganz aufhöre. Auf ſolche Art wird ein jedes in Bewegung verſetztes Pendel durch

durch den Widerſtand der Mittel, worin es ſich bewegt, endlich zur Ruhe gebracht.

Retardirte Bewegung ſ. **Bewegung.**

Retardirte Geſchwindigkeit (celeritas retardata, viteſſe retardée). Hierunter verſteht man eine in jedem folgenden Zeittheile verminderte Geſchwindigkeit. Obgleich das Beywort retardirt ſich nur für Bewegung nicht aber Geſchwindigkeit ſchickt, weil retardiren nichts weiter bedeutet, als die Geſchwindigkeit vermindern, ſo iſt doch der Ausdruck, retardirte Geſchwindigkeit, bey den phyſikaliſchen Schriftſtellern aller Sprachen gebräuchlich. Dieß läßt ſich bloß dadurch rechtfertigen, weil vielmahls das Wort Geſchwindigkeit auch als Bewegung gebrauchet wird. So ſagt man auch **beſchleunigende Geſchwindigkeit**, ob es gleich nur beſchleunigende Bewegung heißen ſollte.

Retina ſ. **Auge.**

Revolution ſ. **Umlauf.**

Rhumb (rhombus, Rumb de vent). Dieſer Ausdruck, welcher bey den Schiffern gewöhnlich iſt, deutet die verſchiedenen Weltgegenden ihres Ortes, oder eine jede Linie aus dem Orte des Schiffes nach einem von den 32 Punkten der gewöhnlichen Eintheilung des Horizontes. M. ſ. **Weltgegenden, Windroſe.** Dieſe Linien ziehet gewöhnlich der Schiffer aus verſchiedenen Punkten der Seecharten, damit er den zu befolgenden Wind finden könne, wenn er ſucht, welcher Windſtrich der einen oder der andern gezeichneten Windroſe mit einer von dem Orte ſeines Aufenthaltes zum Orte der Beſtimmung gehenden Linie parallel liegt. Weil aber dergleichen Seecharten ſo ſehr mit ſich einander durchkreuzenden Windlinien angefüllt werden, daß die Bezeichnung des zurückgelegten und zu nehmenden Weges von einem Schiff auf denſelben dadurch erſchweret wird, ſo iſt es beſſer, ſtatt dieſer Windlinien alle Linien gleichnahmiger Rhumben mit einander parallel zu ziehen, wobey der Seefahrer den Ort und Weg ſeines Schiffs mit Zirkel und Lineal, imgleichen einer auf Pappe geklebten, genau eingetheilten Schiffsroſe,

durch deren Mittelpunkt ein Faden gezogen wird, viel bequemer findet.

Auch heißt der **Rhumb** der Bogen des Horizontes zwiſchen zwey zunächſt neben einander liegenden Weltgegenden, oder der 32ſte Theil des Umfanges. In dieſem Sinne ſagt man, die Richtung des Schiffes oder Windes ändere ſich um ein Drittel Rhumb u. ſ. f. Uebrigens beträgt ein jeder Rhumb $\frac{360}{32} = 11\frac{1}{4}$ Grad.

Richtung, Direction (directio, direction). Wenn ein Punkt in ſeiner Bewegung eine gerade Linie durchläuft, ſo heißt alsdann die Lage dieſer geraden Linie, in welcher ſich der Punkt bewegt, überhaupt die **Richtung**. Wird der Punkt als ruhend oder auch in einer einzigen Stelle ſeiner Bewegung betrachtet, ſo iſt er nach allen möglichen Seiten hin mit einer unendlichen Menge von Punkten umringt, nach deren jedem er ſich hinbewegen könnte. Die geraden Linien nach dieſen Punkten verbreiten ſich um dieſe betrachtete Stelle eben ſo, wie die Halbmeſſer einer Kugel derſelben Mittelpunkt. In dem erſten oder auch nächſtfolgenden Augenblicke der Bewegung aber kann der Punkt nur in einer einzigen dieſer geraden Linien hingehen, und die Lage dieſer geraden Linie iſt alsdann an dieſer Stelle ſeine **Richtung**. Wenn daher der Punkt eine Zeit lang ſich in dieſer geraden Linie fort beweget, ſo iſt ſeine Direction mit dem Wege, den er nimmt, einerley, und ſeine Bewegung iſt dieſe Zeit über geradlinicht. Aendert hingegen der Punkt ſeine Richtung in jeder Stelle der Bewegung ſo, daß er beſtändig einer andern geraden Linie folget, folglich alle Augenblicke die vorige Linie wieder verläßt, ſo iſt ſeine Bewegung **krummlinicht**. In dieſem letztern Falle kommt ſeine Richtung an derjenigen Stelle, wo er ſich in der krummen Linie befindet, mit derjenigen geraden Linie überein, welche die krumme Linie in dieſer Stelle berühret.

Wenn ſich ein wirklicher Körper beweget, ſo können alle Punkte ſich auf einerley Art bewegen, in welchem Falle ſich

die

die Bewegung des Körpers auf die Bewegung eines einzigen Punktes zurückbringen läßt. Geſetzt aber auch, die Punkte eines Körpers bewegten ſich auf verſchiedene Art, ſo muß doch eines jeden Bewegung beſonders betrachtet werden. Folglich kommt es bey der ganzen Bewegungslehre auf die Betrachtung bewegter Punkte an, und der angeführte Begriff der Richtung iſt für die Theorie der Bewegung völlig hinreichend.

Jede Bewegung eines Körpers ſetzt eine Kraft voraus, und durch die Anwendung der Kraft wird die Richtung des in Bewegung zu verſetzenden Körpers beſtimmt. Wirkt nur eine einzige Kraft, ſo iſt auch die dadurch erfolgte Bewegung des Körpers nur geradlinicht nach dieſer Richtung. Sobald ſich alſo die Richtung des bewegten Körpers ändert, ſo ſetzt dieß auch ein Zuſammentreffen mehrerer Kräfte voraus, wie z. B. bey der Kreisbewegung und bey der Centralbewegung überhaupt.

In vielen Fällen wird eine Richtung in geraden Linien, welche in Ruhe ſich befinden, betrachtet, wie z. B. die Richtung der Schwere eines frey herabhangenden Körpers, die Richtung des Magnetismus u. ſ. und in der Geometrie die Richtungen aller geraden Linien, welche einen Winkel einſchließen. Bey ſolchen Linien ſtellt man ſich nämlich vor, als wenn ſie durch Bewegung eines Punktes wären beſchrieben worden. In ſolchen Linien laſſen ſich daher zwey Richtungen, die einander entgegengeſetzet ſind, finden, nachdem man ſich nämlich vorſtellet, daß der Punkt die Linie von a nach b oder von b nach a beweget. In der Phyſik iſt die eine Linie die Richtung von einer gewiſſen Kraft, wie z. B. bey der Schwere, der magnetiſchen Kraft u. ſ. ſ. welche die Achſe des Körpers nach dieſer Linie hin treibet.

Ring des Saturnus ſ. Saturnusring.

Ringkugel, Armillarſphäre (ſphaera armillaris, ſphére armillaire) iſt eine Zuſammenfügung von verſchiedenen Reifen oder Ringen (armillis), welche die Kreiſe der Himmelskugel auf eine ähnliche Art im Kleinen darſtellen.

Die

Die Ringkugel ſoll, wie die künſtliche Himmelskugel ein Modell des ſcheinbaren Himmels vorſtellen; ſie unterſcheidet ſich nur von dieſer darin, daß die Himmelskugel eine ganz maſſive Kugel iſt, auf deren Oberfläche auch die Sternbilder abgebildet ſind, da hingegen die Ringkugel nur aus den Kreiſen beſtehet. Bey letzterer erhält man dadurch beſonders den Vortheil, daß man in das Innere ſehen, und daſelbſt die Erdkugel mit ihren Kreiſen darſtellen kann, wodurch die Erſcheinungen an der ſcheinbaren innern hohlen Himmelskugel ähnlicher nachgeahmet werden.

Die Ringkugel hat folgende Einrichtung: auf dem Geſtelle ruht, wie bey der Himmelskugel, der Horizont, und der Mittagskreis ſteht auf dieſem in zwey Einſchnitten desſelben, und einem Einſchnitte des Fußgeſtelles ſenkrecht, ſo daß man ihn verſchieben, oder andere Punkte desſelben ins Zenith bringen kann. Sonſt ſind dieſe beyden Kreiſe, wie bey der künſtlichen Himmelskugel, unbeweglich. Die übrigen beweglichen Kreiſe bilden eine Art von Gerippe, welches ſich um ſeine Achſe, die die Weltachſe vorſtellet, drehen läßt. Von dieſen Kreiſen ſind die größten Kreiſe der Aequator, die Ecliptik und die beyden Koluren. Die Ecliptik iſt aber nicht, wie die übrigen Kreiſe, durch einen bloßen Ring vorgeſtellet, ſondern ſie iſt auf der Mitte einer in gehöriger Schiefe liegenden 17⅓° breiten Zone von Meſſingblech gezeichnet, worauf die Zeichen und Grade getheilet ſind, und welche auf ſolche Art den Thierkreis abbildet. Man hat daher auf dieſer Zone wenigſtens denjenigen Theil der Kugelfläche, wo Sonne und Mond und alle Planeten ſtehen müſſen; daher man auch allezeit den Ort dieſer Himmelskörper nach der Länge und Breite, aus den Tafeln der Ephemeriden aufſuchen, und durch ein Zeichen auf der äußern oder auch auf der innern hohlen Fläche der Zone bemerken kann.

Gewöhnlich werden bey den Armillarſphären kleine Bilder der Sonne und des Mondes an zwey Bügeln angebracht, wovon der eine ſich um den Pol der Ecliptik drehen läßt,

der andere aber für den Mond um einen Punkt, welcher von jenem um 5° abſtehet, gewendet werden kann; weil nämlich der Pol der Mondsbahn von dem Pole der Ecliptik um das Maß des Neigungswinkels beyder Bahnen, d. i. um 5° entfernet iſt.

Die vier genannten größten Kreiſe werden endlich noch durch vier kleinere Kreiſe gehörig mit einander verbunden; dieſe vier kleinern Kreiſe ſind nämlich die beyden Wendekreiſe und die beyden Polarkreiſe. Die erſtern ſind vom Aequator um 23½°, oder um die Schiefe der Ecliptik entfernet, und die beyden andern gehen durch die Pole der Ecliptik.

Endlich beſitzet die Ringkugel noch, wie die künſtliche Himmelskugel, einen Stundenkreis, welcher auf dem Mittagskreiſe befeſtiget, und in 24 Stunden eingetheilet iſt. Der Mittelpunkt dieſes Kreiſes iſt der Nordpol, in welchem ein Stift mit einem daran befindlichen Zeiger ſteckt, der ſich mit der ganzen beweglichen Kugel zugleich umdrehet, und während der Umdrehung alle 24 Stunden der Theilung durchläuft.

Uebrigens iſt der Gebrauch der Ringkugel mit dem der künſtlichen Himmelskugel völlig einerley, nur dasjenige ausgenommen, was die Fixſterne außer dem Thierkreiſe angehet. M. ſ. **Himmelskugel, künſtliche.**

M. ſ. **de la Lande** aſtronomiſches **Handbuch**; a. d. Franz. Leipz. 1775. 8. §. 100. S. 56 f.

Röhre, Rohr (tubus, tube, tuyau). Unter dieſem Worte verſteht man in der Phyſik überhaupt einen feſten Körper, welcher in dem Innern einen hohlen Canal beſitzet, um durch ſelbigen flüſſige Materien durchzulaſſen. Gewöhnlich haben die Röhren und innern hohlen Canäle die Form eines Cylinders, ſo daß die Querſchnitte der Röhren und der hohlen Canäle concentriſche Kreiſe bilden, deren Mittelpunkte in der Achſe des Cylinders liegen. Uebrigens kann eine ſolche Röhre **gerade** oder **gebogen**, und im letzten Falle ſo geſtaltet ſeyn, daß die Theile der gebogenen Röhre beſondere Schenkel ausmachen.

Der

Der Querſchnitt der innern Höhlung einer Röhre erhält den Nahmen der **Weite im Lichten**. Iſt die Röhre cylindriſch, ſo wird auch oft unter der Weite im Lichten nicht der Flächeninhalt des Querſchnittes, ſondern nur der Durchmeſſer der innern Höhlung verſtanden. Eine ſolche Röhre wird beſonders eine **Haarröhre** genannt, wenn der Durchmeſſer der Oeffnung unter $\frac{1}{10}$ rheinl. Zoll beträgt. M. ſ. **Haarröhren**.

Zu ſehr vielen phyſikaliſchen Inſtrumenten ſo wie andern phyſikaliſchen Verſuchen werden beſonders wegen der Durchſichtigkeit und anderer Vorzüge gläſerne Röhren häufig gebrauchet, welche in der franzöſiſchen Sprache eigentlich tubes genannt werden. Röhren von Metall oder Holz heißen gewöhnlicher tuyaux, als z. B. die Leitröhren zu den Waſſerkünſten (tuyaux de conduite). Bey ſolchen Verſuchen, wo man das Zerbrechen des Glaſes zu befürchten hat, gebrauchet man auch metallene Röhren, wie z. B. bey einer Glasart, die zur Entwickelung ein heftiges Feuer nöthig hat u. ſ. f.

Hölzerne Röhren werden beſonders bey Waſſerleitungen und Waſſerkünſten gebrauchet. Theoretiſche Unterſuchungen über die Geſchwindigkeit des aus den Röhren abfließenden Waſſers nebſt der aus ſelbigen binnen einer gewiſſen Zeit ausgegoſſenen Waſſermenge findet man beym **Karſten** [a]) und **Käſtner** [b]).

Röhre, toricelliſche ſ. **Barometer**

Röhren, communicirende (tubi communicantes, tubes ou tuyaux communiquans) heißen diejenigen Röhren, welche entweder unmittelbar oder mittelbar durch einen Behälter mit einander verbunden ſind, ſo daß eine flüſſige Materie frey in dieſelben treten könne; übrigens mag ihre Geſtalt, Weite, Größe, Lage u. ſ. f. ſeyn, welche ſie will.

a) Lehrbegriff der geſammten Mathematik. Th. V. Hydraulik

b) Anfangsgründe der Hydrodynamik. 2te Aufl. Götting. 1797. 8.

Bey allen communicirenden Röhren findet dieſes allgemeine Geſetz Statt, welches als das Geſetz des Gleichgewichts flüſſiger Materie betrachtet wird:

Gleichartige Flüſſigkeiten ſtehen in den Schenkeln der communicirenden Röhren von jeder Geſtalt, Lage und Weite derſelben gleich hoch, und können nur in denſelbigen alsdann zur Ruhe kommen, wenn ihre Oberflächen in den Schenkeln in einerley wagrechten Ebene liegen. So findet man das Waſſer in den Röhren (fig. 28 — 31.) abc ruhig, wenn die Oberflächen in beyden Schenkeln der Röhren in einerley Horizontalebene ac liegen.

Dieß Geſetz läßt ſich durch die Erfahrung leicht beſtätigen. Weil in der Hydroſtatik viel auf ſelbigem beruhet, ſo hat man auch verſuchet, es allgemein durch Schlüſſe zu beweiſen. **Mariotte** [α]) gibt von dieſem Geſetze Beweiſe für verſchiedene Geſtalten, Weiten und Lagen der Röhren, welche man auch mit einigen Abänderungen in **Wolffs** Anfangsgründen der Hydroſtatik findet. Allein es gründen ſich dieſe Beweiſe auf Vorausſetzungen, welche bey flüſſigen Körpern nicht mit aller Strenge angewendet werden können. Daher hat **Daniel Bernoulli** [β]) einen andern Beweis dieſes Geſetzes gegeben, welchen auch Herr **Käſtner** in den Anfangsgründen der Hydroſtatik gebrauchet, und ihn etwas umſtändlicher erläutert. Er beruhet ganz auf dem Erfahrungsſatze, daß die Oberfläche einer flüſſigen Materie in jedem Behältniſſe einen wagrechten Stand beſitze, oder mit der Richtung der Schwere rechte Winkel mache. **Daniel Bernoulli** hat zwar von dieſem Satze auch Beweiſe zu geben verſuchet, wogegen aber **d'Alembert** [γ]) Erinnerungen gemacht hat; daher ihn lieber **Käſtner** mit **Stevin** [δ]) als

α) Traité de mouvem. des eaux nach der deutſch. Ueberſ. Grundlehren der Hydroſtatik und Hydraulik. Leipz. 1724. 8. S. 116.
β) Hydrodynamica. Sect II. §. 2.
γ) Traité de l'équilibre et au mouvement des fluides. à Paris 1744. 4. §. 1 f.
δ) Element. hydroſtat. petit. 7.

als einen Satz, von dem man ſich durch die Erfahrung leicht verſichern kann, annimmt. **D'Alembert** ſo wie **Euler** *) legen bey dem Beweiſe dieſes Satzes eine andere Erfahrung zum Grunde, die **d'Alembert** alſo ausdruckt: iſt ein Gefäß von beliebiger Geſtalt mit einer flüſſigen Materie ganz angefüllt, und es wird in ſelbigem eine kleine Oeffnung gemacht, an welcher die Oberfläche der flüſſigen Materie gedruckt wird, ſo pflanzt ſich dieſer Druck gleichförmig nach allen Richtungen und durch alle Theile der flüſſigen Materie ſo fort, daß alle Punkte des Gefäßes nach der auf die Wände deſſelben ſenkrechten Richtung mit einer Kraft gedruckt werden, welche der an der Oeffnung druckenden Kraft gleich iſt. Ob ſich nun gleich aus dieſem Satze, den **d'Alembert** als eine Erfahrung annimmt, alles herleiten läßt, ſo urtheilet doch Herr **Käſtner** mit Recht, daß dieſe Erfahrung nicht ſo einleuchtend und einfach ſey, wie die, daß die flüſſige Materie in einem Gefäße nur alsdann in Ruhe komme, wenn die Oberfläche derſelben völlig wagrecht iſt. Ohne Zweifel liegt der Grund dieſer Erfahrung, daß die Oberfläche der flüſſigen Materie in jedem Behältniſſe wagrecht ſey, darin, daß die Theile der flüſſigen Materie keine Reibung unter ſich erleiden, daß ſie folglich nicht über einander gehäufet werden können, wie etwa feſte Körper oder Theile derſelben.

Der übrige Bernoulliſche Beweis iſt nach **Käſtners** Darſtellung auf dieſen Folgeſatz gegründet, daß ein jedes in einer flüſſigen Materie befindliche Theilchen, wenn die flüſſige Maſſe in Ruhe iſt, nach allen möglichen Richtungen, jedoch nach jeden zwey gerade entgegengeſetzten Richtungen gleich ſtark gedruckt werde. Das übrige, welches ſich daraus folgern läßt, iſt bereits unter dem Artikel, **Druck** (Th. I. S. 719.) angeführet worden. Der ganze Beweis geht bloß dahin, daß die Feſtigkeit der innern Wände der Röhren die Stelle des Drucks vertritt, welchen in einem vollen Gefäße die umgebende flüſſige Materie ausüben würde.

 Herr

*) De l'équilibre des fluides; in den mémoir de l'Acad. roy. des ſcienc. de Pruſſe. 1755.

Herr **Zube** *) hat ſich bemühet, das Gleichgewicht der flüſſigen Materien auf eine andere ihm ganz eigene Art zu erklären. Er ſagt, obgleich das Waſſer merklich verdichtet werden könne, ſo widerſtehe es doch aller Verdichtung, und ſuche ſich um deſto ſtärker nach allen Seiten hin aus zu breiten, je mehr man es verdichten wolle. Die Kraft, womit das Waſſer nicht nur der Verdichtung widerſtehet, ſondern ſich auch zugleich nach allen Seiten auszudehnen ſuchet, wenn man es gleich noch ſo unmerklich verdichtet, nennt er ſeine **Federkraft**. Dieſe äußert ſich, ſobald das Waſſer auf irgend eine Art, es ſey durch eine Preſſe, oder einen Hammer, oder auch durch ſein Gewicht zuſammengedrucket wird. In einem Gefäße (fig. 34.) af mit vertikalen Wänden, welches bis ab mit Waſſer gefüllt iſt, trägt jede horizontale Schicht no die Waſſerſäule anob, und jeder Punkt r in ihr wird alſo, wenn rc bis an ab geht und vertikal iſt, von der Waſſerſäule cr gedruckt. Da nun alle Punkte in no eben ſo ſtark von oben nach unten gedruckt werden, ſo drucken ſie auch mit derſelben Kraft ſeitwärts auf einander und auf das Gefäß in n und o, weil ſie ſich durch ihre Federkraft nach allen Seiten hin gleich ſtark auszubreiten ſuchen. Aber nach unten druckt die Horizontalſchicht no nicht bloß mit ihrer Federkraft, ſondern auch mit ihrem eigenen Gewichte, und daher nimmt der Waſſerdruck nach unten immer mehr zu.

Ginge das Gefäß nach oben enger zu, wie gdfh, oder erweiterte es ſich, wie idfk, ſeine Achſe aber ce wäre noch immer vertikal, ſo würde der Druck auf die Theile um r noch eben ſo groß bleiben als vorher. Da nun dieſe nicht eher ins Gleichgewicht und in Ruhe kommen, als bis ſie alle Seitentheile in der horizontalen Schicht lm und pq gleich ſtark zuſammengedrucket haben, ſo muß augenblicklich in dieſer ganzen Schicht und in den Punkten l, m oder p, q der Druck noch eben ſo groß ſeyn, als er vorher war. Und ſo iſt offenbar, daß in dem nach oben zu engern Gefäße der Boden

*) Vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. B. I. Leipz. 1793. 8. 23ſter Brief S. 170 u. f.

Boden d f von einer kleinern Menge von Waſſer eben ſo ſtark gedruckt wird, als im weitern Gefäße von einer größern Menge. Auch wenn die Achſe c e des Gefäßes eine ſchiefe Lage hätte, ſo wird das nämliche Statt finden müſſen.

Stellt man ſich nun zwey vereinigte Röhren (fig. 35.) a b e g und e g d c vor, ſie mögen ſchief oder vertikal, krumm oder gerade, gleich oder ungleich weit ſeyn, die mit Waſſer angefüllt ſind, ſo wird dieſes in Ruhe bleiben, wenn ſeine Oberfläche a b und c d in einerley horizontalen Ebene a d fallen. Denn wenn man die untern horizontalen Waſſerſchichten mit der vertikalen Ebene e g durchſchneidet, ſo ſieht man, daß ein jeder Punkt dieſer Ebene, wie f, bloß nach Verhältniß der vertikalen Höhe h f von einer Seite ſowohl als auch von der andern gedruckt wird, wenn beyde Oberflächen a b und c d in einerley horizontalen Ebene liegen. Alſo ſind beyde Drucke, der von dem Waſſer in c d e g, und der von dem Waſſer in a b e g, auf f und auf die ganze Ebene e g, einander gleich. Alſo kann ſich dieſe gar nicht bewegen, ſondern muß nebſt dem Waſſer beyder Gefäße in Ruhe bleiben. Stände hingegen das Waſſer in beyden Gefäßen nicht gleich hoch, und in dem einen z. B. nur bis k, ſo daß die horizontale Ebene k i die vertikale Linie h g in i durchſchnitte, ſo würde der Druck auf f von der einen Seite dem Gewichte der Waſſerſäule i f, und von der andern dem der Säule h f gleich ſeyn. Eben ſo würde ein jeder anderer Punkt in e g, außer f, ſtärker gegen k als gegen d gedruckt werden. Alſo könnte das Waſſer in den Gefäßen unmöglich in Ruhe ſeyn, ſondern es müßte ſich gegen k bewegen, alſo in dem einen Gefäße ſteigen, und zugleich im andern fallen. Wenn man alſo durch die eine Röhre Waſſer eingießet, ſo muß dasſelbe in der andern nothwendig in die Höhe ſteigen, und es kann nicht eher in Ruhe kommen, bis es in beyden auf gleicher Höhe ſtehet, oder bis ſeine Oberflächen in beyden in eine und eben dieſelbe horizontale Ebene fallen.

Durch die Federkraft des Waſſers wird der Druck desſelben auf die Gefäße ungemein vermehret. Dieſe Vermeh-

rung läſst ſich keinesweges durch eine bloße Fortpflanzung und Veränderung in der Richtung des Drucks der Schwere erklären, ſondern ſie rührt von einer beſondern dem Waſſer eigenen, und von der Schwere verſchiedenen Kraft, her. Aus dieſer Urſache würde das Waſſer, wenn es ſich in einem Gefäße in einen feſten Körper verwandeln könnte, ohne den Raum zu ändern, den es einnimmt, das Gefäß viel weniger drucken, als vorher. Denn es würde, wenn z. B. das Gefäß vertikale Wände und einen horizontalen Boden hätte, bloß den letztern ſo ſtark als vorher, d. i. mit ſeinem ganzen Gewichte, die Wände aber weiter gar nicht drucken, weil es alsdann durch ſeine eigene Schwere gar nicht verdichtet werden könnte.

Auf ſolche Art glaubt Herr **Hube** dasjenige aus der Federkraft bewieſen zu haben, was ſich nach ſeiner Meinung aus dem Drucke nicht erklären laſſe. Allein die vom Herrn **Hube** beſondere dem Waſſer eigene Kraft iſt aus keiner einzigen Erfahrung zu erkennen, und es reicht unläugbar der Druck der Schwere des Waſſers mit der Natur desſelben zu, um alles zu erklären, was bey den communicirenden Röhren Statt findet. Herr **Hube** hat ſich bloß durch Vergleichung des Drucks der feſten Körper mit dem des Waſſers verleiten laſſen, dem Waſſer eine eigene Kraft, die Federkraft, beyzulegen, weil die feſten Körper keinen Seitendruck, wie das Waſſer, ausüben. Allein dieß liegt, wie ſchon unter dem Artikel, **Druck**, iſt gezeiget worden, bloß in der innern Beſchaffenheit der feſten und der flüſſigen Körper. In den feſten Körpern widerſtehen die feſten Theile der auf ihnen druckenden Kraft bloß wegen der Friktion an einander, ſo daß ſie ſeitwärts nicht ausweichen können, welches letztere aber wirklich erfolget, wenn die druckende Kraft größer, als der Zuſammenhang der Theile unter ſich iſt; in den flüſſigen Körpern hingegen findet gar keine Reibung der Theile Statt, und es weichen daher ſelbige auch ſeitwärts aus, wenn auf ſie gedruckt wird; können ſie aber nicht wegen anderer Hinderniſſe, als z. B. wegen der Feſtigkeit der Wände

eines Gefäßes, ſeitwärts ausweichen, ſo pflanzen ſie nun den erhaltenen Druck nach allen Richtungen bis zu den Hindernißen fort, und ſo werden die flüſſigen Materien die Wände der Gefäße, worin ſie ſich befinden, nicht vermöge einer ihnen eigenen Kraft, ſondern bloß vermöge der Schwere drucken, und es iſt darin gar nichts ungereimtes zu ſuchen, daß die flüſſigen Materien in Gefäßen mehr Druck ausüben, als ihr Gewicht beträgt.

Sind die Schenkel einer gebogenen Röhre gleich weit, ſo müßte die Flüſſigkeit, welche in dem einen Schenkel ſteiget, in dem andern in der nämlichen Zeit eben ſo tief ſinken, und die flüſſige Materie würde in beyden Schenkeln eine gleiche Größe der Bewegung haben. Aber gleiche Größen von Bewegungen heben ſich gegen einander auf, folglich kann auch die Flüſſigkeit in dem einen Schenkel nicht höher als in dem andern ſtehen, und die Flüſſigkeit würde in gleich weiten Schenkeln einer Röhre nicht eher in Ruhe kommen können, bis ihre Oberfläche in einerley wagrechten Ebene ſtehet. Auch dieß läßt ſich bey den Schenkeln von ungleichen Weiten einer gebogenen Röhre beweiſen. Geſetzt der eine Schenkel hätte eine ſechs Mahl größere Grundfläche, als der andere, ſo wird in jenem die ſechsfache Maſſe in eben der Zeit um einen einfachen Raum herabſinken, wenn ſie in dem andern Schenkel um einen ſechsfachen höhern Raum hinaufſteiget. Fällt z. B. in dem weiten Schenkel die Flüſſigkeit um einen Zoll, ſo ſteigt ſie in eben der Zeit in dem andern Schenkel 6 Zoll in die Höhe; demnach ſind die Geſchwindigkeiten in einem verkehrten Verhältniſſe der Maſſen, und haben daher gleiche Größe der Bewegung, welche ſich nun eben ſo, wie bey gleich weiten Schenkeln gegen einander aufheben müſſen. Daraus folget, daß einerley Flüſſigkeit auch in zweyen Schenkeln von ungleicher Weite nicht eher ins Gleichgewicht kommen kann, bis die Oberfläche derſelben völlig in einerley horizontalen Ebene lieget. Dieß kommt mit dem Satze der Mechanik überein, daß an Geſchwindigkeit alle Mahl eben ſo viel verloren gehet, als man an

Kraft gewinnt. Weil nun dieſer Satz bey feſten Körpern mit dem ſ[illegible]iſchen M[illegible]mente oder mit dem M[illegible]ße der Bewegung des **Carteſius** zuſammenhängt, ſo iſt daraus begreiflich, wie **Mariotte** und **Wolff** auf dieſe Gründe den Beweis des Geſetzes der communicirenden Röhren haben bauen können, welcher aber dieſerwegen fehlerhaft iſt, weil dabey flüſſige Materien eben ſo, wie feſte Körper behandelt werden.

Außerdem beweiſet auch das Geſetz der communicirenden Röhren unläugbar, daß auch nicht die geringſte Reibung der Theile der flüſſigen Materie Statt findet; denn ſonſt müßte einmahl eine Höhe der Röhre gefunden werden können, bey welcher eine ſehr kleine Quantität der Flüſſigkeit in die engere Röhre gegoſſen die in der weitern nicht aus ſeiner Lage verrücken würde; mithin müßte die Flüſſigkeit in der engern Röhre höher ſtehen, als in der weitern, weil die untern Theile bey einem ſo großen Drucke derſelben unter einander nicht mehr durch eine ſo kleine bewegende Kraft, als das Gewicht der geringen Flüſſigkeit iſt, verſchoben werden könnten.

Wenn mit dem Boden (fig. 32.) des Gefäßes **a b c f** noch eine kurze Seitenröhre **b g e d** ſo verbunden iſt, daß aus jenem Waſſer in dieſe treten kann, ſo wird das Waſſer aus der Oeffnung **d e** der Röhre auslaufen. Wäre die Oeffnung **d e** mit einer Platte, die in der Mitte ein kleines Loch hat, verſchloſſen, ſo wird auch das Waſſer aus dieſem kleinen Loche in die Höhe ſpringen müſſen und zwar mit einer Geſchwindigkeit, welche der Höhe **e i** zugehöret, wenn nicht andere Hinderniſſe vorhanden wären, welche dieſe Geſchwindigkeiten verminderten. Dergleichen ſind aber jederzeit vorhanden. Nicht allein das Anhängen der Waſſertheilchen an dem innern Umfange der Oeffnung und der Widerſtand der Luft verzögern die Bewegung, ſondern auch ſelbſt die Waſſertheile, welche mit abnehmender Geſchwindigkeit in die Höhe ſteigen, verurſachen, daß die unmittelbar darauf folgenden etwas aufgehalten werden. Sobald die erſten Waſſertheilchen ihre größte Höhe erreichet haben, ſo würden ſie

vertikal

vertikal wieder herabfallen, wenn dieß nicht das beſtändig nachfolgende Waſſer verhinderte, und die in der größten Höhe befindlichen Theilchen gleichſam einen Augenblick trüge, ehe ſie ſeitwärts ausweichen. Auch alsdann muß die Höhe des Waſſerſtrahls merklich vermindert werden, wenn ge nicht ſo nahe bey dem Gefäße, ſondern in einer beträchtlichen Entfernung davon aufwärts gebogen iſt. Denn alsdann iſt das Anhängen des Waſſers an der innern Fläche der Röhre ziemlich groß. M. ſ. **Springbrunnen.**

Wenn in zweyen Schenkeln einer gebogenen Röhre zwey flüſſige Materien von verſchiedenem ſpecifiſchen Gewichte, die ſich nicht gern mit einander vermiſchen, z. B. Queckſilber und Waſſer, enthalten ſind, ſo können auch die Oberflächen beyder flüſſigen Materien nicht in einerley Horizontalebene liegen, wenn ſie in Ruhe ſind. Wenn nämlich in dem Raume (fig. 33.) cmghed eine von den flüſſigen Materien befindlich iſt, ſo iſt für ſich klar, daß hg mit cd nicht in einerley Ebene liegen könne, weil cd einen Druck von der flüſſigen Materie leidet, welche den Raum abdc ausfüllt. Wenn nun cd und ef in einerley wagrechten Ebene liegen, ſo iſt die flüſſige Materie in dem Raume cmfde für ſich im Gleichgewichte. Nun leidet cd von der über ihr ſtehenden Materie cabd einen Druck, welcher dem Gewichte der Säule acdb gleich iſt. Eben ſo leidet auch ef einen Druck, welcher dem Gewichte der Säule ehgf gleich iſt. Setzt man das ſpecifiſche Gewicht der flüſſigen Materie in $acdb = \beta$, und das ſpecifiſche Gewicht der Materie in $hefg = \gamma$, ſo iſt jener Druck gegen $cd = cd.ib.\beta$ und dieſer gegen $ef = ef.kh.\gamma$. Im Falle des Gleichgewichtes iſt nun $cd.ib.\beta : ef.kh.\gamma = cd : ef$, oder $ib.\beta : kh.\gamma = 1:1$, folglich $ib.\beta = kh.\gamma$, oder $ib : kh = \gamma : \beta$, d. h. **die Höhen der Oberflächen über der Horizontalebene cf verhalten ſich umgekehrt, wie die ſpecifiſchen Gewichte der flüſſigen Materien.** Darauf gründet ſich eine Methode, die ſpecifiſchen Gewichte

Gewichte ſolcher Flüſſigkeiten, die ſich nicht mit einander vermiſchen, zu unterſuchen. M. ſ. **Schwere, ſpecifiſche.**

Iſt einer von den beyden Schenkeln der gebogenen Röhre ein Haarrohr, ſo ſteht auch das Waſſer in dieſem etwas höher, und das Queckſilber etwas niedriger. Wären beyde Haarröhrchen von ungleichen Durchmeſſern, ſo ſteht das Waſſer in der engern Röhre höher als in der weitern. Der Grund dieſer Ausnahmen von dem allgemeinen Geſetze der communicirenden Röhren iſt unter dem Artikel, **Haarröhren**, angegeben worden.

M. ſ. **Käſtner** Anfangsgründe der angewandten Mathematik. Hydroſtatik §. 6 u. f.

Roheiſen ſ. **Eiſen.**

Rolle, Scheibe (trochlea, poulie) iſt eine kreisrunde Scheibe von einem feſten Körper, welche ſich in ihrem Mittelpunkte um eine Achſe frey herumdrehen, ſonſt aber nicht ausweichen kann. Soll mittelſt der Rolle eine Laſt durch angebrachte Kraft fortgezogen werden, ſo muß am äußerſten Umfange derſelben ein Einſchnitt befindlich ſeyn, worin man eine biegſame Schnur legen kann, an deren einem Ende die angebrachte Kraft die an dem andern Ende derſelben angebrachte Laſt fort zu ziehen im Stande iſt. Die Achſe ſelbſt, um welche ſich die Scheibe drehet, und daher in einer Hülſe, oder der ſo genannten **Flaſche**, dem **Kloben**, befeſtiget ſeyn muß, heißt der **Polzen** (goujon, tourtillon). Der Kloben wird nunmehr entweder vermittelſt eines Hakens oder ſonſt etwas an einem gewiſſen Orte befeſtiget, an welchem die Rolle bey der Umdrehung beſtändig verbleiben muß, oder es hängt die Laſt an der Flaſche ſelbſt, und wird zugleich mit der Rolle fort beweget, da alsdann im erſten Falle die Rolle eine **unbewegliche**, und im zweyten eine **bewegliche** genannt wird.

Wird über die unbewegliche Rolle (fig. 36.) eine biegſame Schnur geleget, und man befeſtiget an beyden Enden derſelben zwey gleiche Gewichte $p = q$, welche nach ihren urſprünglichen Richtungen in der Ebene der Rolle ziehen, folglich

folglich ſelbige auf entgegengeſetzte Art zu drehen ſtreben, ſo müſſen ſie einander das Gleichgewicht halten. Es berühret nämlich das Seil die Rolle in den Punkten a und b, und es iſt eben ſo viel, als wären die Gewichte p und q unmittelbar in den Punkten a und b angebracht, und als wenn ſelbige an dem geradlinichten Hebel ab nach ihren urſprünglichen Richtungen zögen, in deſſen Mitte der Ruhepunkt c ſich befände. Das nämliche findet auch Statt, wenn p nach der Richtung dp parallel mit ab wirkt; denn in dieſem Falle iſt es eben ſo viel, als wenn auf dem gleichförmigen Winkelhebel dcb die beyden Kräfte p und q nach den Richtungen, die auf den Hebelsarmen ſenkrecht ſind, wirkten. Ueberhaupt wird bey jeder Richtung der Kraft das Seil eine Tangente der Scheibe, und eine Perpendikularlinie aus dem Ruhepunkte darauf, wie cd, iſt ein Halbmeſſer der Scheibe. Es ſey ein Seil (fig. 37.) abcd in dem Punkte a etwa an einem hinlänglich feſten Haken gebunden, und über die unbewegliche Rolle gelegt, ſo daß der Punkt a in der Ebene der Rolle liegt, und es ziehe in d ein Gewicht, ſo iſt die eigentliche Richtung des Gewichtes vertikal; allein der Punkt a muß nach der Richtung ab eine eben ſo große Gewalt leiden, als er ausſtehen würde, wenn der Faden mit dem Gewichte frey, ohne über die Rolle geführet zu ſeyn, herabhinge. Der nämliche Erfolg wird Statt haben, wenn gleich die Kraft nach der Richtung (fig. 38.) ce ziehet; der Punkt a muß nämlich eben ſo viele Gewalt ausſtehen, als die Kraft anwendet, die Rolle um den Polzen zu drehen. Man kann alſo mittelſt einer unbeweglichen Rolle es dahin bringen, daß ein Gewicht nach jeder verlangten Richtung ſo ſtark ziehen müſſe, als es nach ihrer urſprünglichen Richtung ziehen würde. Man ſieht hieraus, daß die unbewegliche Rolle keinen Vortheil an der Kraft gewähret, indem die Kraft jederzeit der Laſt gleich ſeyn muß, wenn ſie die letztere halten ſoll; mithin wird auch dabey eine noch etwas größere Kraft, als die Laſt iſt, erfordert, wenn dieſe wirklich fortgezogen werden ſoll. Gleichwohl iſt die Anwen-

dung

dung der unbeweglichen Rollen in vielen Fällen sehr nützlich, weil man durch Hülfe ihrer die angebrachte Kraft nach mancherley Richtungen kann wirken laſſen. So können z. B. Menſchen am meiſten ausrichten, wenn ſie am Seile von oben herab ziehen, Gewichte ziehen bloß von oben herab, und Zugthiere vermögen am meiſten, wenn ſie nach horizontaler Richtung wirken. Um alſo eine Laſt q durch ſolche Kräfte zu erheben, führet man das Seil, woran ſie hängt, über eine feſte unbewegliche Rolle, damit Menſchen oder Gewichte nach der Richtung a p ziehen, und Zugthiere nach der Richtung d p wirken können. Hierbey iſt nun der Weg der Laſt dem Wege der Kraft gleich. Wenn daher auch an der Kraft gewonnen wird, ſo geht doch auch am Raume oder an der Geſchwindigkeit nichts verloren.

Bey der beweglichen Rolle iſt das Seil (fig. 39.) p e d a über ihr in dem Punkte a befeſtiget, und nach der Richtung e p ziehet die Kraft p lothrecht hinauf. Dieſe Kraft zieht die Laſt q mit der Rolle zugleich in die Höhe, und es muß daher das Gewicht der Rolle mit zur Laſt gerechnet werden. Wenn hierbey die Seile d a und e p mit der Richtung der Laſt parallel ſind, ſo iſt es eben ſo viel, als wenn in d ein Widerſtand angebracht wäre, in c die Laſt q ſich befände, und die Kraft p nach der vertikalen Richtung e p in die Höhe zöge. Fürs Gleichgewicht muß alſo $q:p = de:dc$, folglich $p = \frac{1}{2} q$ ſeyn, weil $de = 2dc$ iſt. Hier kann man alſo an der Kraft Vortheil erlangen, dagegen verliert man aber eben ſo viel an Raum. Denn wenn die Laſt q mit der Rolle um 1 Fuß gehoben werden ſoll, ſo müſſen die Seile d a und e p jedes um 1 Fuß kürzer werden. Es muß daher das ganze Seil um 2 Fuß weiter ausgezogen werden, und die Kraft p, welche beſtändig am Ende desſelben wirkt, muß um zwey Fuß fortgehen, ſo oft q um einen Fuß gehoben werden ſoll. Würde man das Ende a des Seiles an den Haken (fig. 40.) a einer Flaſche befeſtigen, und das Seil ſelbſt über die unbewegliche Rolle f führen, ſo würde die Kraft p in jeder Richtung mit der Laſt q das Gleich-

gewicht halten, wenn nur die durch das Gewicht geſpannten Seile da und eg mit einander parallel bleiben. Allein in dieſer Lage bleiben ſie nicht vollkommen parallel, deßwegen müßte eigentlich die Kraft p etwas größer als die Hälfte des Gewichtes q ſeyn, um das Gleichgewicht mit q zu halten. Je weiter aber die untere Rolle von der unbeweglichen entfernet iſt, deſto weniger weichen die Seile von der parallelen Lage ab, und man kann ohne merklichen Fehler annehmen, daß das Verhältniß der Kraft p zur Laſt q bey einer ſolchen Verbindung der Rollen dem Verhältniſſe 1 : 2 gleich ſey.

Wenn die Richtungen (fig. 41.) da und ep mit der Richtung der Laſt nicht parallel ſind; ſo verlängere man die Richtungslinien da und ep ſo weit, bis ſie ſich in dem Punkte c ſchneiden. Weil nun der Punkt a gerade ſo viel Widerſtand aushalten muß, als die Kraft p ziehet, ſo kann man in dem Punkte d eine Kraft $r = p$ anbringen, welche nach der Richtung da ziehet, und ſtatt des Widerſtandes in a dienet; und es iſt alsdann eben ſo viel, als wenn unmittelbar in dem Punkte c zwey gleiche Kräfte r und p nach den Richtungen cd und ce wirkten. Demnach muß cf die mittlere Richtung beyder Kräfte, und die Kraft q die mittlere Kraft ſelbſt ſeyn, welche mit den beyden Seitenkräften p und r das Gleichgewicht halten ſoll. Ziehet man nun die Halbmeſſer df und cf, ſo iſt das Dreyeck $dfc = cfe$, und daher $dk = \frac{1}{2} de$. Zieht man ferner durch den Mittelpunkt f die Linien fg mit ce und fh mit ac parallel, ſo wird auch fc durch gh in i ſenkrecht halbiret. Nun iſt das Dreyeck $ihc \backsim cek \backsim ekf$; mithin hat man $hc:ci = ef:ek$, und daher auch $hc:cf = ef:ed$. Weil ferner fürs Gleichgewicht $p:q = hc:cf$, ſo iſt auch $r:q = ef:ed$, d. h. die Kraft p erhält die Laſt q im Gleichgewichte, wenn ſich die Kraft p zur Laſt q verhält wie der Halbmeſſer der beweglichen Rolle zur Sehne desjenigen Bogens, welchen das Seil um die Rolle umfaſſet. In dem Dreyecke fke hat man endlich $fe:ek = 1:\text{ſin. } kfe$, mithin auch $fe:de = 1:2\ \text{ſin. } kfe$, und daher $r:q = 1:2\ \text{ſin. } kfe$. Da nun

ſin.

ſin. kfe allemahl kleiner als der ganze Sinus oder als 1, ſo iſt in dieſem Falle die Laſt, welcher eine Kraft p das Gleichgewicht hält, nicht völlig doppelt ſo groß, als die Kraft; folglich wirkt die Kraft mehr, wenn die Seile parallel ſind, als wenn ſie ſchiefe Winkel mit einander machen.

Iſt kfe = 30°, ſo iſt 2 ſin. kfe = 1, folglich die Laſt der Kraft gleich; in dieſem Falle hört alſo der Vortheil der Kraft bey der beweglichen Rolle auf. Wird der Winkel kfe noch kleiner, ſo muß ſogar die Kraft noch größer als die zu erhebende Laſt ſeyn, um mit ihr das Gleichgewicht zu halten.

Wenn man die Kraft vermittelſt der Rollen noch mehr verſtärken will, als im Verhältniſſe 1:2, ſo müſſen alsdann mehr als zwey Rollen mit einander zuſammengeordnet werden. Von dergleichen Zuſammenordnungen handeln die Artikel, **Flaſchenzug**, **Kloben**.

Die bisher angegebene Theorie der Rollen leidet in der Ausübung einige Ausnahme. Drehet ſich nämlich eine Rolle um den Polzen, ſo entſtehet eine Friktion zwiſchen der Oberfläche des Polzens und der inwendigen Fläche der durch die Rolle gebohrten Oeffnung, obgleich ſonſt die Friktion bey den Rollen viel unbeträchtlicher iſt, als bey vielen andern Maſchinen. Es iſt daher eben ſo viel, als wenn an dem Umfange der Oeffnung noch eine Laſt nach einer der Kraft entgegengeſetzten Richtung angebracht wäre. Das Moment dieſer Laſt wird deſto geringer ſeyn, je näher ſie dem Mittelpunkt der Rolle iſt. Daher wird es vortheilhaft ſeyn, die Polzen ſo dünne als möglich zu verfertigen, oder, um ſelbigen die nöthige Feſtigkeit zu laſſen, die Rollen ſelbſt zu vergrößern, und dadurch der Kraft mehr Entfernung vom Mittelpunkte und daher ein größeres Moment zu verſchaffen. Ob nun gleich durch Vergrößerung der Rolle auch zugleich ihr Gewicht, mithin ſelbſt die Friktion gegen den Polzen vergrößert wird, ſo iſt doch dieſe Vermehrung des Gewichtes ſo beträchtlich nicht, und es behalten daher immer größere Rollen vor den kleinern einen Vorzug. **Briſſon** räth an,

den Bolzen ſo in die Rolle zu befeſtigen, daß er ſich zugleich mit der Rolle umdrehe. Durch dieſe Einrichtung würde man bloß eine Friktion, wie beym Rad an der Welle, in den Zapfenlöchern der Hülſe, worin die Rolle ruhet, verurſachen, und zugleich das Ausſchleifen der Scheibe an dem innern Umfange des Lochs, welches ihren Gang ungleich macht, verhüten.

Ein noch größeres Hinderniß in der Bewegung der Rollen, als die Friktion, iſt die Steifigkeit der Seile, beſonders bey dem Gebrauche etwas kleiner Rollen. Die Größen des dadurch verurſachten Widerſtandes nach den Verſuchen **Amonton's** und **Nollet's** ſind bereits unter dem Artikel, **Biegſamkeit** (Th. I. S. 367.) angeführet worden.

M. ſ. **Käſtner** Anfangsgründe der angewandten Mathematik. Stat. und Mechan. §. 87 u. f. **Karſten** Lehrbegriff der geſammten Mathematik. Th. III. Statik. Abſchnitt VI.

Roſt (rubigo, ferrugo, rouille). Unter dieſem Nahmen verſteht man den Kalk aller unedlen Metalle, in welchen ſich dieſe an der freyen beſonders feuchten Luft früher oder ſpäter verwandeln. Wenn nämlich die unedlen Metalle der freyen Luft eine Zeit lang ausgeſetzet ſind, ſo werden ſie unſcheinbar oder laufen an, und dieſe Erſcheinung iſt ein wahres Verkalken dieſer Metalle, welches eben das **Roſten** derſelben genannt wird. Es muß daher das Roſten der Metalle einerley Urſache mit dem Verkalken derſelben zum Grunde haben. M. ſ. **Kalke, metalliſche.** Indeſſen iſt es ſehr wahrſcheinlich, daß an dieſer Erſcheinung die Feuchtigkeit der Atmoſphäre eben ſo vielen Antheil habe, als die dephlogiſtiſirte Luft derſelben. Der Roſt iſt oft ein ſehr vollkommener Metallkalk, und gewöhnlich auch mit Kohlenſäure aus der Atmoſphäre verbunden. Durch die zuſammenhängende Kruſte, welche dieſer Roſt bildet, kann er ſelbſt zum Schutze des noch übrigen darunter liegenden reguliniſchen Metalles dienen, indem er den fernern Zutritt der Feuchtigkeit und Lebensluft hindert.

Der Nahme **Roſt** iſt insbeſondere beym Eiſen und Stahl am gewöhnlichſten. Der Roſt des Eiſens iſt ein gelber unvollkommener Eiſenkalk (Eiſenhalbſäure), mit welcher jederzeit noch etwas Kohlenſäure verbunden iſt, weil alles Eiſen mehr oder weniger Kohlenſtoff enthält. Das Roſten des Eiſens und des Stahls wird durchs Beſtreichen mit Fettigkeiten verhütet. Dazu hat **Homberg** eine eigene Salbe vorgeſchlagen, welche aus Schweinfett und etwas Kampher beſtehet, welche zuſammengeſchmolzen mit geſtoßener Kreide vermiſcht, und damit das warm gemachte Eiſen oder Stahl beſtrichen werden.

Die Metallſpiegel an den Spiegelteleſkopen müſſen beſonders ſehr wohl vor Feuchtigkeit geſchützet, und beſonders bey abwechſelnder Kälte und Wärme oft abgetrocknet werden, damit ſie nicht roſten. Dieſes leichten Roſtens wegen hat man daher in den neuern Zeiten zu den Spiegeln der Teleſkope ſtatt der unedlen Metalle lieber das Platinum gewählet, welches an der feuchten Luft nicht roſtet.

Ruhe (quies, repos) iſt die Beharrlichkeit eines Körpers an demſelben Orte. Man muß hier aber die Begriffe, an demſelben Orte in Beharrlichkeit ſeyn, und darin beharren, wohl unterſcheiden. Denn wenn ein Körper durch eine auf ſie wirkende äußere Kraft beweget wird, ſo kann ſeine Bewegung durch mancherley Hinderniſſe nach und nach vermindert und endlich ganz aufgehoben werden, ſo daß er in Beharrlichkeit an einem Orte, d. h. in Ruhe verſetzet wird; allein daraus kann man noch nicht folgern, daß er auch an dieſem Orte beharren müſſe. Wenn z. B. ein Körper lothrecht in die Höhe geworfen wird, ſo entzieht ihm die entgegenwirkende Schwere zuletzt ſeine Bewegung ganz, und dann wird er zur Ruhe gekommen ſeyn; wäre nun in dem Augenblicke an dieſer Stelle kein Hinderniß vorhanden, welches ihn an dieſem Orte zu bleiben zwänge, ſo würde er auch von dem Augenblicke an durch die ſtete Einwirkung der Schwere ſich wieder ſenkrecht herabbewegen, und folglich an dieſem Orte nicht beharren. Man kann daher Ruhe nicht

nicht als Mangel aller Bewegung erklären, wie es ſonſt wohl gewöhnlich iſt.

Der Ort eines Körpers wird bloß aus der Beziehung der äußern Dinge gegen einander beſtimmt, und man nimmt daher nur da Ruhe an, wo keine Veränderung in Anſehung der Lage dieſer Körper gegen einander wahrgenommen wird. Dieß iſt aber beynahe allemahl nur Schein, und die Körper, welche wir als ruhend betrachten, ſind wirklich Bewegungen unterworfen, welche nur nicht ſogleich bemerkbar ſind, ſondern erſt durch Schlüſſe gefolgert werden. Nehmen wir z. B. eine Stelle auf der Oberfläche unſerer Erde an, ſo ſtellen wir uns dieſe als ruhend, die übrigen Himmelskörper aber als bewegend vor. Gleichwohl lehret die Aſtronomie, daß ſich vielmehr die Erde um ihre Achſe drehe, mithin dieſe Stelle auf der Erdfläche wirklich beweget werde, ſo daß die Bewegung der Himmelskörper bloßer Schein iſt.

Es muß daher **abſolute Ruhe** von **relativer Ruhe** unterſchieden werden. **Abſolute Ruhe** würde die Beharrlichkeit an derſelben Stelle in Beziehung auf den ganzen Weltraum ſeyn; **relative Bewegung** hingegen die Beharrlichkeit an demſelben Orte in Beziehung gegen einen oder mehrere andere Körper. Die Aſtronomie zeiget nun, daß unſere Erde mit ihrer Atmoſphäre in einer ſteten Bewegung, und wahrſcheinlich alle übrige Himmelskörper einer ähnlichen Bewegung unterworfen ſind. Daher gibt es eigentlich gar keine abſolute Ruhe, und alles, was wir für ruhend halten, iſt bloß in relativer Ruhe gegen uns oder gegen andere umgebende Körper.

Gleichwohl müſſen wir doch oft Körper als abſolut ruhend annehmen. Wenn z. B. ein Schiff in vollem Segeln iſt, ſo iſt auch allen darauf befindlichen Körpern gar bald die nämliche Bewegung mitgetheilet worden, und dieſe Körper befinden ſich in relativer Ruhe gegen einander. Sollten nun auf ſelbigem Bewegungen einzelner Körper durch Kräfte vorgenommen werden, ſo können dieſe nicht anders erfolgen, als ob alles in abſoluter Ruhe wäre. Eben ſo hat die Bewegung

wegung der Erde um die Sonne und um ihre Achſe aller Materie auf der Erde die nämliche Bewegung mitgetheilet, ſo daß bey den Bewegungen einzelner Körper, wie beym Fall, Stoß, Wurf u. dergl. gar keine Rückſicht darauf genommen werden kann. Es muß demnach in einem ſolchen Falle die Erde mit allen darauf befindlichen Körpern, welche ihre Lage unter einander und gegen die Oberfläche der Erde nicht ändern, als **abſolut ruhend** angenommen werden. Hierdurch lernt man freylich nur relative Bewegungen kennen, aber abſolute Bewegung iſt eigentlich auch unmöglich. M. ſ. **Bewegung**.

Weil jeder Körper zu ſeiner Bewegung eine Urſache vorausſetzet, ſo muß er natürlich ſo lange in Ruhe verbleiben, ſo lange entweder gar keine äußere Kraft auf ihn wirkt, oder mehrere Kräfte an ſelbigen ſo angebracht ſind, daß ſie ſich alle in ihrer Wirkung gegen einander aufheben. Es iſt daher nicht nöthig, wie man ſonſt wohl glaubte, einem jeden Körper eine eigene zur Ruhe erforderliche Kraft unter dem Nahmen der Trägheitskraft beyzulegen; denn ſobald der Körper entweder aus Mangel der ihm von außenher eingedruckten Kraft oder durch Aufhebung mehrerer auf ſelbigen wirkenden Kräfte ſich nicht mehr bewegen kann, ſo muß er ſchon vermöge ſeiner Trägheit in Ruhe verbleiben, und darin ſo lange beharren, bis ihn irgend eine Kraft in Bewegung ſetzet. Sobald alſo ein Körper ſich zu bewegen anfängt, kann man mit Sicherheit ſchließen, daß eine Kraft auf ihn gewirket habe. Weil nun hierdurch die angewandte Kraft entweder ganz oder zum Theil aufgehoben wird, ſo ſtellen ſich die Atomiſtiker vor, daß dadurch bloß die Trägheit des Körpers überwunden werde. Denn die Aufhebung der Kraft oder des Theils, welcher gewirket habe, folge ſchon natürlich daraus, daß die Wirkung erfolget ſey; daher auch die darauf verwendete Urſache nun nichts weiter bewirken könne. Allein es bleibt dabey die Möglichkeit, wie die Kraft auf den Körper wirken konnte, ohne in ihm dynamiſche Kräfte anzunehmen, unbegreiflich. M. ſ. **Gegenwirkung**. Wirken

ken daher gleich mechaniſche Kräfte auf irgend einen ruhenden Körper, ſo muß man doch in dieſem dynamiſche Kräfte annehmen; denn eine jede Materie erfüllt ihren Raum nur durch eine Wechſelwirkung entgegengeſetzter Kräfte; daß ſie aber eben denſelben beſtimmten Raum mit Beharrlichkeit erfüllen, kann nicht erkläret werden, ohne jene Kräfte als in jedem Moment gleich thätig anzunehmen, woraus zugleich erhellet, daß abſolute Ruhe nichts reelles iſt. Es ruht daher der Körper in Rückſicht auf dieſen beſtimmten Zuſtand der Materie; ſo lange dieſer Zuſtand fortdauert, z. B. als feſter oder flüſſiger Körper, werden die bewegenden Kräfte den Raum mit gleicher Quantität, d. h. ſie werden denſelben Raum erfüllen, und in ſo fern wird der Körper zu ruhen ſcheinen, obgleich, daß dieſer Raum continuirlich erfüllt wird, nur aus einer continuirlichen Bewegung erklärbar iſt.

Ruhepunkt, Mittelpunkt der Bewegung (punctum fixum, centrum motus, point d'appui, point fixe, centre de mouvement). Unter dieſem Nahmen begreift man bey den einfachen Maſchinen diejenige Stelle, welche bey der Bewegung derſelben in Ruhe bleibt, um die ſich alſo die ganze Maſchine drehen läßt. Dasjenige, was dieſe Stelle hält, damit ſie nicht ausweichen kann, wird der **Ruhepunkt** oder das **Hypomochlion** genannt. Bisweilen heißt aber auch dieſe Stelle ſelbſt das Hypomochlion.

Es iſt dieſe Stelle, welche unterſtützet wird, nur beym mathematiſchen Hebel ein wahrer Ruhepunkt; bey dem phyſiſchen Hebel hingegen und bey den andern einfachen Maſchinen erfolget die Umdrehung derſelben theils um eine gerade Linie theils ſelbſt um einen Körper, wie z. B. bey dem Rade an der Welle die Achſe, bey der Rolle der Polzen. Eine ſolche gerade Linie oder ein ſolcher Körper erfordert an beyden Enden eine Unterſtützung, damit nichts ausweichen könne, wie z. B. bey der Welle eines Rades die Zapfenlager, bey der Rolle der Kloben, in welchem der Polzen feſt ſtecket u. ſ. f. Um die Wirkungen der Maſchinen aus

mathematiſchen Gründen zu erweiſen, kann man die Richtungen beyder an ſelbigen angebrachten Kräfte ſo annehmen, als ob ſie in einerley Ebene ſich befänden, da alsdann auch derjenige Punkt der Achſe, welcher in dieſe Ebene fällt, als unterſtützt betrachtet werden kann. Alles dieß findet auch Statt, wenn gleich die Richtungen der Kräfte nebſt der Unterſtützung in verſchiedenen Ebenen liegen. Es gibt daher in der Theorie allemahl einen Punkt, um welchen ſich die Maſchine drehet.

Wenn an der Achſe zwey verſchiedene Stellen unterſtützet werden müſſen, ſo werden auch die beyden Unterlagen nach den verſchiedenen Entfernungen vom Ruhepunkte verſchiedentlich gedruckt werden. Wäre z. B. (fig. 15.) der Ruhepunkt von dem Ende b drey Mahl ſo weit als vom Ende a entfernet, ſo würde die Stütze bey b nur den 4ten Theil von der ganzen Laſt, und die Stütze bey a ¾ Theile derſelben zu tragen haben, wie nach der Theorie des Hebels erfordert wird. M. ſ. **Hebel.** Weil nun überhaupt bey einer jeden Maſchine der Schwerpunkt derſelben als Unterſtützungspunkt, und folglich als Ruhepunkt derſelben betrachtet werden kann, ſo läßt ſich hiernach auch finden, wie viel eine jede Stütze von dem Gewichte der ganzen Maſchine mit der daran befindlichen Laſt und Kraft auszuſtehen habe.

Rückläufig, Rückgängig (retrogradus, retrograde) heißt die eigene Bewegung eines Planeten oder Kometen, welche der Ordnung der himmliſchen Zeichen entgegen zu ſeyn, und folglich dem Beobachter in der nördlichen Halbkugel der Erde von Morgen gegen Abend oder von der Linken gegen die Rechte zu erfolgen ſcheinet. M. ſ. **Folge der Zeichen.** Die rückläufige Bewegung iſt der rechtläufigen entgegengeſetzet. M. ſ. **Rechtläufig.**

Die Sonne und der Mond bewegen ſich jederzeit nach der Ordnung der Zeichen, und es findet daher bey dieſen keine rückgängige Bewegung Statt. Was aber die Planeten betrifft, ſo zeigen die obern zur Zeit der Oppoſition mit der Sonne und die untern zur Zeit der untern Conjunktion

mit der Sonne eine rückgängige Bewegung. Dieſe Bewegung wird in denen Weltſyſtemen, welche die Erde als ruhend annehmen, als wirkliche Bewegung angeſehen. Allein nach dem Copernikaniſchen Syſteme wird ſie weit natürlicher für ſcheinbar gehalten, indem ſie uns, da die Erde ſich fortbeweget, wirklich ſo erſcheinen muß. Die wahren Bewegungen der Planeten ſind dabey allemahl rechtläufig. Unter den bekannten Kometen gibt es einige, deren Bewegung wirklich rückgängig iſt. Was die Nebenplaneten betrifft, ſo bewegen ſie ſich alle rechtläufig um die Hauptplaneten; ihre Bewegung erſcheinet uns aber rückläufig, wenn ſie zwiſchen den Hauptplaneten und der Erde hindurch gehen.

Auch gibt man den Planeten ſelbſt während der rückgängigen Bewegung das Beywort **rückläufig**. So ſagt man, Saturn ſey 136 Tage, Jupiter 100 Tage, Mars 45 Tage lang rückläufig.

Rückſchlag, Nachſchlag des Blitzes (fulmen reuertens ſ. retrogradum, coup de foudre en retour, choc électrique en retour). Wenn durch eine ſchnelle Zerſtörung eines elektriſchen Wirkungskreiſes die ungleich vertheilte Elektricität der benachbarten Körper plötzlich in ihr Gleichgewicht zurückkehret, ſo kann dadurch außer dem elektriſchen Hauptſchlage, welcher den Wirkungskreis ſelbſt zernichtet, noch ein zweyter Schlag in der Entfernung veranlaſſet werden, welcher eben den Nahmen eines **Rückſchlages** oder **Nachſchlages** erhalten hat.

Wenn man zwey iſolirte Körper A und B nicht weit von einander in einerley Richtung mit dem elektriſirten Körper B ſo ſtellet, daß ſich A gerade außerhalb der Schlagweite von B befindet, ſo wird der Körper A vermöge des Wirkungskreiſes von B die entgegengeſetzte Elektricität von der des Körpers B, der Körper D hingegen die nämliche Elektricität, welche B beſitzet, erhalten; doch kann ſich dieſe Wirkung nicht ereignen, wofern nicht ein oder mehrere Funken zwiſchen A und D entſtehen. Entfernt man nun den elektriſirten Körper B, oder entzieht ihm ſeine Elektricität, ſo wird

ſich ein neuer Funken zwiſchen A und D zeigen, wodurch beyde Körper wieder in ihren urſprünglichen unelektriſirten Zuſtand werden verſetzet werden. Eben dieſer Funke iſt nun der **Rückſchlag**. Beſaß der elektriſirte Körper + E, ſo wurde das + E des Körpers A durch den Wirkungskreis von B zurückgeſtoßen, und nun durch Funken dem Körper D mitgetheilet; wird nun dem Körper B ſeine Elektricität entzogen, ſo ſättiget ſich das — E des Körpers A mit dem + E des Körpers D, und es entſteht der Rückſchlag. Eben ſo begreiflich iſt es auch, wenn der elektriſirte Körper B — E beſitzet.

Uebrigens iſt leicht zu begreifen, daß der Rückſchlag deſto ſtärker ſeyn muß, je größer die Menge der elektriſchen Materie in dem elektriſirten Körper B iſt, und je ſchneller ihre Zerſetzung erfolget.

Was nun von den Körpern A und D geſaget worden, muß natürlich auch von vielen gelten, von welchen einige oder die meiſten iſolirt ſeyn können, oder nicht, wie ſich dieß leicht begreifen läßt. Steht nämlich ein Leiter, der im Wirkungskreiſe einer ſtark elektriſirten Wolke ſich befindet, mit der Erde in einer unvollkommenen Verbindung, ſo läßt ſich die Vorſtellung machen, daß jener einen ſtarken Schlag veranlaſſen kann, welcher von dem Hauptſchlage durchs Entladen der Wolke verſchieden iſt. Noch ſtärker kann ein ſolcher Rückſchlag auf dieſe Art erfolgen. Man nehme an, eine Wolke dehne ſich ſehr weit in die Länge aus, ſo daß ſie in der Mitte etwas aufwärts gekrümmt iſt, und ihre beyden Enden der Oberfläche der Erde näher als die übrigen Theile ſtehen. Unter jedem Ende dieſer Wolke befindet ſich ein erhabner Körper. Iſt nun die Gewitterwolke ſtark poſitiv elektriſiret, ſo werden jene beyden Körper durch den Wirkungskreis der Wolke eine ſtarke negative Elektricität erhalten. Nähert ſich nun die Wolke mit dem einen Ende dem darunter befindlichen Körper bis zur Schlagweite, ſo wird ſie dadurch ihrer Elektricität und ihres Wirkungskreiſes plötzlich beraubet. Daher muß der Körper am andern Ende der

Wolke

Wolke ſeine negative Elektricität eben ſo plötzlich verlieren, oder ſich mit der poſitiven Elektricität aus der Erde ſättigen, welches bey einer unvollkommenen Verbindung nicht ohne ſtarke Erſchütterung erfolgen kann.

Mylord Mahon (Graf **Stanhope**) α) hat alles dieß durch mannigfaltige und lehrreiche Verſuche, welche an und für ſich den Geſetzen der Elektricität vollkommen gemäß ſind, und die man kurz im Gothaiſchen Magazin β) angezeigt findet, beſtätiget. Allein ſeine Anwendungen, welche er auf die Wolken und Wetterſchläge macht, hat Herr **Reimarus** γ) mit erheblichen Gründen beſtritten.

Nach des Grafen **Stanhope** Vorſtellung kann auch ein Rückſchlag aus eben derſelben Wolke, welche den Hauptſchlag gibt, und zwar aus ihrem andern Ende entſtehen. Herr **Reimarus** erinnert aber dagegen, durch die Entladung der Wolke werde ſie entweder ſogleich mit der Erde zum Gleichgewichte gebracht, oder doch wenigſtens dieſem Gleichgewichte genähert, und dieß nicht etwa an einem Ende der Wolke, ſondern in allen Theilen derſelben; durchs Entladen entſtehe in keinem Theile derſelben eine entgegengeſetzte Elektricität; es ſey daher auch an ihrem andern Ende keine Veranlaſſung zu einem Rückſchlage vorhanden. Man ſetze, die Wolke habe vor der Entladung + E, ſo wird ſie durch die Entladung entweder o E oder ein viel ſchwächeres + E, nie aber am andern Ende ein — E erhalten; auch wird die in dem Wirkungskreiſe derſelben befindliche Erdfläche durch den Schlag nicht + E erlangen, ſondern ſie kann nur ſo viel ſchwächer — E werden, als die Wolke ſchwächer + E geworden iſt, und die folgenden Entladungen,

α) Principles of electricity. Lond. 1779. 4. principes d'électricité par *Milord Mahon*, traduit de l'Anglois par l'Abb. N.. a Londres 1781. 8. Lord Mahon's Grundſätze der Elektricität; a. d. Engl. mit Anmerk. von J. F. Seeger. Leipz. 1789. 8.

β) Gothaiſch Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. VI. St. 4. S. 122 u. f.

γ) Neuere Bemerkungen vom Blitze. Hamburg 1794. gr. 8. §. 78 f. S. 176.

gen, es ſey aus dieſem oder aus jenem Ende, werden von einerley Art mit den vorhergehenden ſeyn.

Wenn ein Rückſchlag erfolgen ſoll, ſo muß auch jederzeit vorausgeſetzet werden, daß ein Körper in dem Wirkungskreiſe eines elektriſirten Körpers, aber doch außerhalb der Schlagweite ſich befinde; überdem muß ſchon dieſer Körper etwas von ſeiner Elektricität von der andern Seite abgegeben haben, damit er nach der plötzlichen Zernichtung des Wirkungskreiſes ſich nicht mehr im natürlichen Gleichgewichte befinde. Wäre vorher von ſeiner Elektricität nichts verloren gegangen, ſo wird nach Entfernung des elektriſirten Körpers oder ſeines Wirkungskreiſes das natürliche E ſich wieder in der Maſſe gleichförmig vertheilen. Dieß zeiget ſich auch in den Verſuchen des Grafen Stanhope; der Körper, welcher den Rückſchlag gab, hatte allemahl vorher durch ausfahrende Funken, durch eine nahe Spitze, durch andere nahe Körper u. ſ. w. etwas von ſeiner eigenen Elektricität verloren; und überhaupt zeigen die Verſuche, daß kein Rückſchlag anders entſtehen könne, als aus einem beſondern Körper.

Es können alſo durch Wetterwolken bloß Rückſchläge aus einer abgeſonderten Zwiſchenwolke erfolgen, die zwar in dem Wirkungskreiſe der erſtern, aber doch weiter als die Schlagweite davon entfernet iſt; überdem müſſen von dieſer Zwiſchenwolke, noch ehe die Entladung der Hauptwolke erfolget, während ihrer Gegenladung ſchon kleine Schläge oder wenigſtens allmählige Ausflüſſe durch Wetterleuchten vorhergegangen ſeyn; auch muß die Zwiſchenwolke der Erde weit näher gekommen ſeyn, um einen Rückſchlag zu erhalten, als zur Schlagweite der Hauptwolke erforderlich iſt. Eine Ausladung, welche aus der Hauptwolke durch die Zwiſchenwolke zur Erde hingeht, gehört nicht hierher, und iſt von andern Schlägen nur durch die unterbrochene Leitung verſchieden.

Aus dieſem angeführten erhellet, daß ein Rückſchlag weit ſeltener ſich ereignen kann, als es nach des Grafen Stanhope Aeußerungen zu erwarten wäre; daß ferner ein Rückſchlag

ſchlag in eben derſelben Wolke, aus welcher der Bliz herausgefahren iſt, gar nicht entſtehen kann, mithin die Vorſtellung, daß ein Bliz, wenn er keine vollkommene Ableitung finde, wieder aufwärts fahren könne, ganz ungegründet iſt.

Auch bemerket Herr **Reimarus**, daß der Graf **Stanhope** die bloße Rückkehr der durch Vertheilung getrennten Elektricität, wodurch ſie nach aufgehobener Urſache der Vertheilung wieder ins vorige Gleichgewicht zurückkehret, mit einem Rückſchlage verwechſele. Denn eine ſolche Rückkehr geſchiehet allemahl von dem einen Ende zum andern ganz ſtill ohne Exploſion, als welche beſtändig einen Durchbruch durch ein widerſtehendes Mittel vorausſezet, und bey der Vertheilung durch einen zuſammenhängenden Leiter gar nicht Statt findet. Die einzige Wirkung, welche hierbey erfolgen kann, iſt dieſe: wenn die Elektricität der Erdfläche, welche durch den Wirkungskreis einer ſtark elektriſirten Wolke ungleich vertheilet iſt, ſich nach der plözlichen Zernichtung des Wirkungskreiſes auch plözlich wieder ins Gleichgewicht ſtellt, ſo kann dadurch, wenn es durch unterbrochene oder ſchlechte Leiter geht, zuweilen einige Erſchütterung oder kleine Funken verurſachet werden. Dahin gehören die Funken, welche ſich zur Zeit eines entſtandenen Blizes in den Elektricitätszeigern und andern Werkzeugen der Naturforſcher wahrnehmen laſſen. So ſahe man in Hamburg, als am 10ten Aug. 1787 ein Wetterſtrahl auf die Johanniskirche fiel, Funken in mehreren auf 1000 Fuß davon entfernten Häuſern, ohne alle Erſchütterung oder Verlezung. Es iſt aber dieſe Vertheilung zu weit ausgedehnet, und von einem Schlage der angehäuften Elektricität ſo ſehr verſchieden, daß ſich eine ſolche vom Grafen **Stanhope** vorgeſpiegelte Gefahr gar nicht denken läßt.

Auch zeigt die Erfahrung nichts ähnliches. Schwebt über einem Orte eine ſtark elektriſirte Gewitterwolke, ſo erſtreckt ſich ihr Wirkungskreis über alle darunter befindliche Gebäude und Menſchen, und nach **Stanhope's** Behauptung

tung müßte man bey jedem Wetterſchlage alle Stellen, wo ſich unterbrochenes Metall befindet, erſchüttert, und alle Menſchen, welche ſich in freyer Luft befänden, zu Boden geworfen finden, wie aber nicht geſchiehet. Es führet zwar der Graf **Stanhope** Beyſpiele an, daß durch eine ſolche Rückkehr Menſchen wären erſchlagen worden, bey welchen man nur Spuren der Verletzungen an den Füßen angetroffen habe. Allein Herr **Reimarus** weiß keinen Fall, wo Menſchen bloß an den unterſten Theilen verletzet wurden, wenigſtens war jederzeit ein Zweig des Strahls von einer höhern Stelle hergekommen.

Brydone *) erzählet den ſehr merkwürdigen Fall eines Wetterſchlages ohne wahrgenommenen Blitz, wodurch am 19ten Juli 1785 in der Gegend um Coldſtream in Schottland ein Kohlenfuhrmann mit ſeinen Pferden vor dem Wagen, da er beynahe eine Anhöhe hinauf war, erſchlagen wurde. Der Graf **Stanhope** hat dieſen Vorfall weitläuftig aus der Rückkehr der Elektricität erkläret; es ſoll nämlich der Schlag zwiſchen zweyen über einander geſtandenen Wolken entſtanden ſeyn, ſo daß man den Knall hören, aber nicht den Blitz ſehen können. Denn wenn die obere Wolke ihre Elektricität in die Erde übergehen laſſe, ſo müſſe die Elektricität der untern Wolke unmittelbar in die obere überſtrömen an der Stelle, welche ſich gerade über dem Wagen befindet; auf ſolche Art werde der Wirkungskreis der untern Wolke aufhören, mithin müſſe auch die Elektricität, welche allmählig von dem leitenden Körper auf der Oberfläche der Erde in letztere getrieben wurde, plötzlich wieder von der Erde in den leitenden Körper zurückkehren, und eine heftige Erſchütterung hervorbringen, welche eben ſo wirke, als der ſtehende Funke einer Leidner Flaſche. Gegen dieſe Erklärung hat Herr **Reimarus** folgende erhebliche Einwürfe gemacht: 1) hätten nicht einmahl die ſeitwärts ſtehenden Zuſchauer einen Blitz wahrgenommen, den die doch, wenn auch alles unter den von dem Grafen **Stanhope** vorausge-

*) Philoſoph. transact. Vol. LXXVII. p. 61 ſq.

ausgeſetzten Umſtänden erfolget wäre, gewiß bemerket haben würden, 2) habe der Knall nicht nachgehallt, wie die gewöhnlichen Schläge unter Wolken, die keinen Gegenſtand auf der Erde träfen, 3) verwechſele der Graf Stanhope die Rückkehr der elektriſchen Materie mit dem eigentlichen Rückſchlage, dabey immer ein Ueberſprung zu einem äußern Körper geſchehe, wenn er anfangs behaupte, daß hier die Elektricität bloß in den Grenzen des Wagens, des Fuhrmannes und der Pferde beweget worden ſey, nachher aber, um die Möglichkeit der heftigen Wirkung in dieſem Falle zu beweiſen, ſich immer auf ſeine Verſuche, wo ein Rückſchlag, d. i. ein Ueberſprung, veranſtaltet worden, berufe, mithin habe er dadurch eigentlich gar nichts erwieſen, 4) ergebe ſich aus mehreren Umſtänden, daß es ein wahrer von der Luft zu dem Menſchen und Wagen überſpringender Schlag geweſen wäre. Es habe ſich nämlich der Einfluß auf die Wolken in ſo fern geäußert, weil ſie alſobald zertheilet worden wären, und nicht weiter gedonnert hätten; dann habe man an dem Kopfe des Menſchen nicht weniger, als unter den Rädern Spuren von der Gewalt der Exploſion wahrgenommen; ein Beweis, daß oben ſowohl als unten ein Ueberſprung geſchehen ſey u. ſ. w. Nach ihm könnte jener Schlag entweder aus einer Sammlung von Dünſten, die ſich ſehr niedrig am Hügel gelagert hätten, oder aus einem Wetterwirbel entſtanden ſeyn, auf welche letztere Muthmaßung ihn die übrigen erzählten Umſtände, der ſchnelle Tod des Lammes, das bemerkte Zittern des Bodens, die Erſchütterung der Heumacherin u. ſ. f. führen.

Endlich behauptet der Graf Stanhope, daß ſelbſt bey einer vollkommenen Ableitung die Stelle des Gebäudes, wo ſich unterbrochenes Metall, oder die Menſchen, welche ſich in deſſen Mitte aufhielten, vor der Verletzung einen Rückſchlag, oder durch die bloße Rückkehr der Elektricität, nicht geſichert wären. Allein es iſt ganz der Erfahrung entgegen, und folget ſelbſt aus den Verſuchen des Grafen nicht. Bey dieſen war nie eine vollkommene Leitung angebracht, durch welche

welche ſonſt der Rückſchlag eben ſo wie ein anderer, vorzüglich vor jeder unvollkommenen, hätte gehen müſſen. Ueberdem ſcheinet es der Natur der Sache nicht gemäß zu ſeyn, daß die vertheilte und auf der Erdfläche ſich weit ausgedehnte Elektricität bey einem Rückſchlage mitten durch ein Gebäude in unterbrochenen Sprüngen dringe, da ſie außen an demſelben einen beſſern Leiter findet. Der Graf **Stanhope** berufet ſich zwar auf die große Kraft der Wetterwolke, deren Wirkung ſo ſtark iſt, daß nach dem Schlage die zurückgehende Elektricität auch in Körpern von mäßiger Größe eine beträchtliche Wirkung hervorbringen könne. Herr **Reimarus** aber antwortet darauf, 1) es habe wohl ſeine Richtigkeit, daß die Kraft der Wetterwolke groß ſey, allein man müſſe auch auf die Entfernung ſehen. Dieſe müſſe nämlich allezeit an dem Orte, wo ein Rückſchlag erfolge, größer als die Schlagweite ſeyn, weil ſonſt der wirkliche Schlag geſchehen würde. Jenſeits der Schlagweite aber gebe das Elektrometer die Wirkung immer ſehr ſchwach an. Selbſt unter der Wetterwolke ſtehe es nicht einmahl ſo hoch, als es die künſtliche Elektricität treiben könne. Ja **Richmanns** Zeiger habe kurz vor dem Schlage, welcher ihn tödtete, nur auf 4° geſtanden, da ihn doch die künſtliche Elektricität über 55° habe treiben können, 2) auch ſey die ganze Kraft der Wolke über eine große Strecke der Erdfläche verbreitet, über welche ſich denn ebenfalls das Zurückgehen vertheile. Und an dem Orte, wo der Druck am ſtärkſten ſey, wirke ſelbſt der herabfahrende Blitz der zurückgehenden Elektricität entgegen. Es ſey daher gar keine Urſache vorhanden, durch übertriebene Vorſtellungen vom Rückſchlage die Furcht bey Gewittern zu vermehren, und gegen die Ableiter dieſerwegen ein Mißtrauen zu ſetzen.

M. ſ. **Cavallo** vollſtändige Abhandlung der Lehre der Elektricität; a. d. Engl. 4te Auflage, B. II. Leipz. 1797. 8. S. 111 u. f.

Ruß (fuligo, ſuie). Hierunter verſteht man diejenigen Theile der verbrennlichen Körper, welche beym Verbrennen

nen derſelben aufſteigen, und entweder aus Mangel des Zutritts der reinen Luft zum Innern der Flamme oder aus andern Urſachen der unvollkommenen Verbrennung den Rauch bilden, und an die erſte kalte Fläche als eine ſchwarze oder braune Maſſe anlegen.

Bey der Verbrennung der verbrennlichen Körper gehen nicht allein die flüchtigen feſten Theile derſelben, ſondern auch ſelbſt feuerbeſtändige, wie die Zergliederung des Rußes zeiget, mit in die Höhe. Uebrigens ſieht man leicht, daß der Unterſchied der Miſchung der verſchiedenen organiſchen Körper auch eine große Verſchiedenheit in den Beſtandtheilen des Rußes, in ſeiner Farbe und ſeinem Gewebe hervorbringen kann; aber auch die verſchiedene Art der Verbrennung und der höher oder tiefer gelegene Ort, wo ſich der Ruß ſammelt, können die Beſchaffenheit des Rußes ändern, wie der **Flatter-** und **Glanzruß** der Schornſteine beweiſet. Dieſer Holzruß iſt weit mehr ſalzig von Geſchmack, als der **Oelruß** oder **Kienruß**.

Durch die Deſtillation gewinnet man aus dem Ruße Waſſer, Laugenſalz in feſter und flüſſiger Geſtalt und ein brenzliches Oel; der Rückſtand iſt eine kohlenartige Materie, aus welcher man nach der Einäſcherung fixes Alkali erhalten kann.

Der Holzruß dient als Waſſermahlerfarbe, nachdem man ihn mit Waſſer ſorgfältig geſchlemmt und getrocknet hat unter dem Nahmen **Rußbraun** oder **Bieſter**. Der Kienruß beſonders wird wegen ſeiner ſchwarzen Farbe zu Oel- und Paſtellfarben gebrauchet, nachdem man ihn in verſchloſſenen Gefäßen für ſich hat durchglühen laſſen.

S.

Sättigung (ſaturatio, ſaturation) heißt der Zuſtand derjenigen Materien, die ſich innig mit einander verbinden, in welchem ſie weiter kein Beſtreben mehr zeigen, auf einander zu wirken, wenn auch gleich zu der Vermiſchung von der einen Materie noch etwas hinzugethan wird.

Sobald dieſer Zuſtand vorhanden iſt, ſo bildet die Vermiſchung einen Körper von eigener Natur, und es iſt daher klar, daß diejenigen Materien, welche ſich zuſammen vereinigten, in ihren Eigenſchaften eine Aenderung erlitten haben, indem ſie gemeinſchaftlich gegen einander wirkten. Der Ausdruck Sättigung kommt von einer bloßen atomiſtiſchen Vorſtellung her; man nimmt nämlich an, daß die eine Materie von der andern aufgenommen werde, und daß dieſe alsdann geſättiget ſey, wenn ſie von jener nichts mehr aufnehmen kann. So ſagt man, das Aufløſungsmittel ſey **geſättiget**, wenn es von der aufzulöſenden Materie weiter nichts in ſich nehmen kann; und wenn wirklich noch mehr von letzterer zu dem erſten hinzugethan würde, ſo bliebe ſie unaufgelößt. Es geht daher das Aufnehmen der einen Materie von der andern nur bis zu einem gewiſſen Punkte, alsdann hört es auf, und dieſer Punkt wird der **Sättigungspunkt** (punctum ſaturationis) genannt. Nach dieſer atomiſtiſchen Vorſtellung läßt es ſich aber nicht einſehen, wie ſich die eine Materie mit der andern vereinigen könne. Nimmt man aber dynamiſche Kräfte der Materie an, ſo muß die Wechſelwirkung derſelben gegen einander ſo lange erfolgen, bis ſie wieder zum Gleichgewicht gekommen und einen Körper von eigener Natur gebildet haben.

Der Sättigungspunkt iſt bey verſchiedenen Materien gar ſehr verſchieden, und überdem ändert ſich dieſer Punkt bey Veränderung der Wärmegrade der Materien, die ſich mit einander verbinden. So iſt der Sättigungspunkt der Auflöſungen der verſchiedenen Salze im Waſſer ſehr verſchieden. Auch löſen ſich die meiſten Salze bis zum Sättigungspunkte im ſiedenden Waſſer in einer beträchtlichern Menge, als im kalten Waſſer auf, nur einige wenige erfordern zur Auflöſung bis zum Sättigungspunkte ſowohl beym heißen als kalten Waſſer eine beynahe gleich große Menge.

Es gibt aber auch Stoffe, welche ſich in jedem Verhältniſſe mit einander vereinigen, und in dieſem Falle findet eigentlich gar keine Sättigung Statt, wie z. B. Waſſer mit flüſſigen

flüſſigen Säuren. So vereinigen ſich auch durchs Zuſammenſchmelzen verſchiedene Metalle ohne Sättigungspunkt mit einander. Solche Subſtanzen, welche ſchon die mit ihnen zu vereinigende Materie als Beſtandtheil beſitzen, verändern ſich gewöhnlich in ihren Eigenſchaften nicht, bloß das Verhältniß ihrer Beſtandtheile wird verändert. So bleibt z. B. Schwefelſäure beſtändig Schwefelſäure, wenn gleich Waſſer dazu gegoſſen wird, nur das Verhältniß der Säure gegen das Waſſer iſt geändert.

Wenn ein beſtimmter Sättigungsgrad erfolget iſt, und es wird alsdann noch ein Theil von derjenigen Materie, welche nach der gemeinen Vorſtellung von der andern aufgenommen worden, hinzugethan, ſo pflegt man alsdann zu ſagen, es ſey eine **Ueberſättigung** vorhanden. Hierbey bleibt die hinzugethane Materie ganz frey oder ungebunden, und in den meiſten Fällen bleibt ſie als ein ſichtbarer Niederſchlag abgeſchieden.

Säuren (acida, acides) ſind Salze von einem ſauren Geſchmacke, welche die blaue Farbe verſchiedener Pflanzenpigmente in eine rothe verwandeln. Jedoch werden nicht alle blaue Pflanzenpigmente roth gefärbt. Als gegenwirkende Mittel für die Säuren brauchet man insbeſondere den **Veilchenſaft** (ſyrupus violarum) und die **Lackmustinktur** (tinctura heliotropii). Jener, welcher aus dem wäſſerigen Aufguß der Kronenblätter der viola odorata bey einem Zuſatz von Zucker gemacht wird, iſt nicht ſo empfindlich gegen alle und gegen ſchwache Säuren, als die Lackmustinktur. Dieſe verfertiget man ſo: man läßt 10 bis 12 Theile reines Waſſer mit einem Theile gröblich geſtoßenen Lackmus in einem ganz reinen irdenen glaſirten oder porzellanen Geſchirr einen Augenblick ſieden, und ſeihet alsdann dieſes durchs Löſchpapier; oder man hängt geſtoßenes Lackmus in einem reinen leinenen Säckchen ſo lange in reines kochendes Waſſer, bis dieſes gehörig blau gefärbet iſt. Dieſe Lackmustinktur ſieht, wenn ſie geſättiget iſt, dunkelblau: aber gegen das Licht gehalten violet aus. Wenn man ſie mit reinem Waſ-

ſer ſtark verdünnt, ſo verlieret ſie ihre Röthe völlig, wird himmelblau, und ſo muß man ſie zu feinen Verſuchen, um Säuren zu entdecken, anwenden. Auch kann man mit Lackmus gefärbtes Papier gebrauchen, indem man etwas weniges Stärkemehl mit der geſättigten Lackmustinktur kocht, und ſchmale Streifen Papier darin einweicht, und im Schatten trocknet.

Es gibt von den Säuren mehrere Arten, welche ſich durch ihr Verhalten gegen andere Körper weſentlich von einander unterſcheiden. Gewöhnlich theilet man ſie nach den Körpern, aus denen man ſie erhält, in **mineraliſche** (acida mineralia), **vegetabiliſche** oder **Gewächsſäuren** (acida vegetabilia), und in **thieriſche Säuren** (acida animalia) ein; allein manche Säuren ſind den Körpern mehrerer Reiche der Natur gemeinſchaftlich eigen. Alle hierher gehörige Säuren ſind zuſammengeſetzte Subſtanzen, und beſtehen aus einem **ſauerfähigen Subſtrate** oder einem **eigenen Radikal** (baſe acidifiable) und dem Sauerſtoffe, welchen man als das **ſäurebildende Subſtrat** (baſe acidifiant) anſieht, wie z. B. die Phosphorſäure aus Phosphor und Sauerſtoff, die Schwefelſäure aus Schwefel und Sauerſtoff u. ſ. f.

Die ältern Chemiker wußten von der Natur und Beſchaffenheit der Säuren wenig anzuführen. Erſt die neuere Chemie hat hierin einige Fortſchritte gemacht. Nach dieſer laſſen ſich Säuren zuſammenſetzen, wenn ein ſäurefähiges Subſtrat Sauerſtoff durch irgend eine Operation in ſich nimmt. Es gibt aber hierbey verſchiedene Grade. **Lavoiſier** unterſcheidet deren vier. Der erſte Grad, bey welchem noch keine merkliche Acidität entſtehet, iſt die **Oxydation**; dieſe bildet oxydes, oxyda, **Halbſäuren** (Girtanner), **oxygirte Stoffe** (Hermbſtädt), wie die Metallkalke, das Blut im menſchlichen Körper u. ſ. f. Der zweyte Grad, wo die Baſis ſchon mehr Sauerſtoff, jedoch noch nicht bis zur Sättigung, erhält, gibt die Säuren in eux (acide ſulfureux, nitreux) mit dem lateiniſchen Nahmen in oſum (acidum

(acidum ſulphuroſum, nitroſum), **Säure** (Girtanner), **unvollkommene Säuren** (Hermbſtädt). Der dritte Grad, wo die Verbindung des Sauerſtoffs bis zur Sättigung geht, erzeugt die Säuren in **ique** (acide ſulfurique, nitrique) mit dem lateiniſchen Nahmen in icum (acidum ſulphuricum, nitricum), **Säuren** (Girtanner), **vollkommene Säuren** (Hermbſtädt). Der vierte Grad endlich, bey dem Uebersättigung mit Sauerſtoff Statt findet, gibt die acides oxygénés, acida oxygenata, **überſaure Säuren** (Girtanner), **oxygeneſirte Säuren** (Hermbſtädt), wie z. B. die dephlogiſtiſirte Salzſäure. Herr **Gren** erinnert aber bey den letztern mit Recht, daß ſie in der That nur als vollkommene Säuren anzuſehen ſind: denn eine Ueberſättigung mit Sauerſtoff ſey ſchon deßhalb unmöglich, weil er nicht frey exiſtire. So ſey die dephlogiſtiſirte Salzſäure nur die vollkommene Salzſäure, und die man bisher als vollkommene Salzſäure betrachtet habe, ſey nur eine unvollkommene Salzſäure.

Wenn ein Körper ſich mit dem Sauerſtoffe verbinden ſoll, ſo müſſen die Theile desſelben eine größere Verwandtſchaft gegen den Sauerſtoff als unter ſich ſelbſt haben. Weil nun die Wärme und das Feuer den Zuſammenhang der Theile des Körpers unter ſich ſchwächt, ſo ſieht man daher ein, warum faſt jede Säurung, ehe ſie beginnt, einen beſtimmten Wärmegrad erfordert. Bey manchen Körpern iſt dieſe Wärme ſehr gering; ſo ſäuren einige Metalle ſchon an der freyen Luft, ohne einen größern Wärmegrad zu verlangen. Außer dem Ausſetzen der Körper an Luft bey einem beſtimmten Wärmegrade gibt es noch viele andere Mittel, ſie zu ſäuren. Eines der ſchicklichſten iſt die Verbindung derſelben mit oxydirten Metallen, zu welchen der Sauerſtoff wenig Verwandtſchaft hat; und durch Erhitzung oder Glühen mit Queckſilberkalk, Bleykalk, Braunſtein u. ſ. ſ. können alle Körper geſäuert werden. So ſind die Wiederherſtellung der Metallkalke durch Kohlenpulver wahre Säurungen der Kohle, wodurch den Kalken der Sauerſtoff wieder entzogen wird.

Auch laſſen ſich entzündliche Subſtanzen auf dem naſſen Wege ſäuren, beſonders durch die Salpeterſäure, welche den Sauerſtoff nur ſchwach bindet, und denſelben bey einer geringen Wärme an eine große Anzahl anderer Körper abſetzet.

Hieraus ſieht man, daß es eine ſehr große Menge von Säuren geben könne; auch führet die Chemie eine große Anzahl derſelben an, welche aber eben nicht alle weſentlich von einander verſchieden ſind. Nach Herrn **Gren** ſind nur folgende Arten als identiſch verſchieden anzuſehen:

1. Die **Kohlenſäure** (acidum carbonicum, acide carbonique).
2. Die **Schwefelſäure** oder **Vitriolſäure** (acidum ſulphuricum ſ. vitriolatum, acide ſulfurique).
3. Die **Salpeterſäure** (acidum nitroſum, acide nitrique).
4. Die **Salzſäure** (acidum muriaticum, acide muriatique oxygéné).
5. Die **Flußſäure** (acidum fluoricum, acide fluorique).
6. Die **Boraxſäure** (acidum boracicum, acide boracique).
7. Die **Phosphorſäure** (acidum phoſphoricum, acide phoſphorique).
8. Die **Arſenikſäure** (acidum arſenicum, acide arſenique).
9. Die **Molybdänſäure** (acidum molybdaenicum, acide molybdique).
10. Die **Wolframſäure** (acidum wolframicum, acide tunſtique).
11. Die **Bernſteinſäure** (acidum ſuccinicum, acide ſuccinique).
12. Die **Weinſteinſäure** (acidum tartaricum, acide tartareux).
13. Die **Zitronenſäure** (acidum citricum, acide citrique).

14. Die **Sauerkleeſäure** (acidum oxalicum, acide oxalique).
15. Die **Aepfelſäure** (acidum malicum, acide malique).
16. Die **Gallusſäure** (acidum gallaceum, acide gallique).
17. Die **Benzoeſäure** (acidum benzoicum, acide benzoique).
18. Die **Eſſigſäure** (acidum aceticum, acide acetique).
19. Die **Milchzuckerſäure** (acidum gallacticum, acide ſacho-lactique).
20. Die **Blauſäure** (acidum boruſſicum, acide pruſſique).

Einige wenige von dieſen Säuren hat man bis jetzt noch nicht zerlegen und zuſammenſetzen können, und kennt daher ihr Radikal noch nicht. Dahin gehören die nro. 4. 5 und 6. angeführten. Verſchiedene Säuren hingegen können zwar durch die Kunſt zerleget, aber nicht zuſammengeſetzet werden.

Das Radikal der Säuren iſt entweder **einfach** oder **zuſammengeſetzet.** Zu den Säuren mit einfachen Radikal rechnet man folgende:

1. **Kohlenſäure**	Ihr Radikal	**Kohlenſtoff**
2. **Schwefelſäure**	——	**Schwefel**
3. **Salpeterſäure**	——	**Stickſtoff**
4. **Phosphorſäure**	——	**Phosphor**
5. **Arſenikſäure**	——	**Arſenik**
6. **Wolframſäure**	——	**Wolfram**
7. **Molybdänſäure**	——	**Molybdän**

Dieſe Säuren nennt auch Herr **Girtanner einfache Säuren.** Zu den Säuren mit zuſammengeſetzten Radikal, welche **Girtanner** überhaupt **zuſammengeſetzte Säuren** nennt, gehören die nro. 11 bis nro. 19. angegebenen. Die Pflanzenſäuren haben eine doppelte Grundlage, Waſſerſtoff und Kohlenſtoff; einige ſogar eine dreyfache Grundlage, Waſſerſtoff, Kohlenſtoff und Phosphor, welche alle drey mit einer größern oder geringern Menge von Sauerſtoffe verbunden ſind. Es ſind daher die vegetabiliſchen Säuren un-

ter einander verſchieden, 1) je nachdem die Grundlage mehr oder weniger zuſammengeſetzet iſt, 2) nach dem verſchiedenen Verhältniſſe, in welchem die Beſtandtheile der Grundlagen mit einander verbunden ſind, 3) nach dem verſchiedenen Grade der Säurung. Daher laſſen ſich auch alle vegetabiliſche Säuren in einander verwandeln, indem man entweder das Verhältniß des Kohlenſtoffs zu dem Waſſerſtoffe verändert, oder indem man das Verhältniß des Sauerſtoffs zu beyden ändert. Aus den Verſuchen erhellet, daß Kohlenſtoff und Waſſerſtoff, im erſten Grade der Säurung, Weinſteinſäure geben; im zweyten Grade Sauerkleeſäure; im dritten Grade Eſſigſäure. Herr **Girtanner** gibt folgende eilf vegetabiliſche Säuren an, die Eſſigſäure, die Sauerkleeſäure, das Weinſteinſaure, das brenzliche Weinſteinſaure, die Zitronenſäure, die Aepfelſäure, das brenzliche Holzſaure, das brenzliche Schleimſaure, die Galläpfelſäure, die Benzoeſäure und die Kampherſäure.

Was die thieriſchen Säuren betrifft, ſo ſind dieſe noch mehr, als die vegetabiliſchen Säuren zuſammengeſetzet. Die meiſten haben eine vierfache Grundlage, den Waſſerſtoff, den Kohlenſtoff, den Phosphor und den Salpeterſtoff. Die thieriſchen Säuren können eben ſo wie die vegetabiliſchen verſchieden ſeyn, 1) nach der Anzahl der Beſtandtheile ihrer Grundlage, 2) nach dem Verhältniſſe dieſer Beſtandtheile, 3) nach dem Verhältniſſe des Sauerſtoffs, mit dem ſie gebunden ſind. Zu den thieriſchen Säuren rechnet Herr **Girtanner** folgende ſieben: die Milchſäure, die Milchzuckerſäure, die Bernſteinſäure, die Raupenſäure, die Ameiſenſäure, die Fettſäure und die Blauſäure.

Die Säuren zeigen einen großen Hang, ſich mit andern Körpern zu verbinden, vorzüglich mit den Erden, Laugenſalzen und Metallen, mit welchen ſie die Mittelſalze, Neutralſalze und metalliſche Salze oder Mittelſalze mit metalliſchen Grundlagen bilden. M. ſ. **Mittelſalze, Neutralſalze, Metalle.**

Man

Man ſehe **Gren** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. I. Halle 1794. 8. §. 305 — 309. desſelben Grundriß der Chemie. Th. I. Halle 1796. 8. §. 266 u. f. deſſen Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 862 u. f. **Girtanner** Anfangsgruͤnde der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin 1795. 8. Cap. 16. S. 100. Abſchnitt III. Cap. 1. S. 324 f.

Saft, Saͤfte (ſucci, humores, ſucs, humeurs) heißen diejenigen tropfbaren Fluͤſſigkeiten, welche ſich in organiſchen Koͤrpern befinden. Durch ſie wird das Leben der Koͤrper des Pflanzen- und des Thierreichs unterhalten, indem ſie in den feſten Gefaͤßen aufſteigen und den Koͤrpern zur Nahrung dienen. Nach Verſchiedenheit der beyden Reiche ſind die Saͤfte theils Pflanzenſaͤfte theils Saͤfte thieriſcher Koͤrper.

Die Saͤfte der Pflanzen ſteigen durch Huͤlfe der Wurzeln aus der Erde in alle ihre Theile, und dienen denſelben zum Wachsthume. Die Erſcheinung des Aufſteigens der Saͤfte in den Roͤhrchen und Canaͤlen der Pflanzen erklaͤret man gemeiniglich durch die Eigenſchaften der Haarroͤhrchen. Ob es nun wohl gleich ſeine Richtigkeit hat, daß der Saft, wie das Waſſer in Haarroͤhrchen, in den Gefaͤßen der Pflanzen aufſteigen muͤſſe, ſo wuͤrde man doch offenbar aus den Eigenſchaften der Haarroͤhrchen folgern, daß dieſes Aufſteigen ſeine Grenze haͤtte, und der Saft alsdann ſtehen bleibe; daher iſt es wohl mehr als wahrſcheinlich, daß hierbey noch eine andere Thaͤtigkeit Statt haben muͤſſe, welche entweder in dem innern Bau der Pflanzen ihren Grund hat, oder die auch von außen auf ſelbige wirket. So muͤſſen durch abwechſelnde Kaͤlte und Waͤrme die Gefaͤße der Pflanzen zuſammengezogen und erweitert werden; mithin wird der Saft, welcher bey der Waͤrme in die ausgedehnten Gefaͤße hinaufſtieg, bey niedriger Temperatur durchs Zuſammenziehen derſelben weiter in die Hoͤhe gepreßt. Dieſer in die Hoͤhe geſtiegene Saft wird nun durch chemiſche Operationen veraͤndert, und auf ſolche Art zum Wachsthume der Pflanzen

verwendet. Denn neuere Verſuche haben gezeiget, daß die Vegetation nichts weiter ſey, als ein wahrer chemiſcher Proceß. M. ſ. Pflanzen.

Wenn man friſche Pflanzen, Blumen, Früchte u. ſ. f. in marmornen Mörſern zerreibt, und nachher auspreßt, ſo erhält man die ausgepreßten Säfte (ſucci plantarum expreſſi, ſucs de plantes). Zuweilen erhält man dieſe auch aus Pflanzen, die noch in dem Boden ſtehen, durchs Einſchneiden oder Anbohren der Rinde, wie z. B. den Birkenſaft. Bey trockenen Pflanzen muß etwas Waſſer hinzugegoſſen werden. Gewöhnlich enthalten dieſe Säfte ein Gemenge von mehreren Beſtandtheilen der Pflanzen oder Früchte, beſonders der ſchleimigen und ſalzigen. Um die ſchleimigen Theile und andere darin befindliche Unreinigkeiten abzuſondern, kocht man den ausgepreßten Saft mit etwas Eyweis klar, welches letztere nämlich die ſchleimigen und andern unreinen Theile zum Gerinnen bringt. Die weſentlichen Salze der Pflanzen gewinnt man durchs Abdampfen dieſer Säfte, und die Salze ſind entweder ſüße oder ſaure Salze. Die blauen Pflanzenſäfte dienen beſonders zur Prüfung der Säuren und der Laugenſalze, weil ihre Farbe von den Säuren in eine rothe, von den Laugenſalzen aber in eine andere Farbe verwandelt wird. In der Medicin haben die Säfte gleiche Wirkung mit den Pflanzen ſelbſt, und werden der beſſern Erhaltung wegen zu Extrakten oder mit Zucker zu Syrupen verdickt.

Was die thieriſchen Säfte betrifft, ſo ſind dieſe bey den verſchiedenen Claſſen, Geſchlechtern und Arten des Thierreichs ſehr verſchieden. Das Blut, woraus die übrigen Säfte entſtehen, iſt bey den Säugthieren und Vögeln roth und warm, bey den Amphibien und Fiſchen roth und kalt, bey den Inſekten und Würmern weiß und kalt. Uebrigens ſteht es bey dem beſtändigen Kreislaufe mit dem Athemholen in unmittelbarer Verbindung. M. ſ. Athmen, Blut. Bey den Säugthieren und Fleiſch freſſenden Thieren vermiſchen ſich die Speiſen im Magen mit dem Magenſafte, und

werden

werden durch deſſen auflöſende Kraft mit Hülfe der Wärme zerlegt und verdauet. Bey andern Thieren, beſonders bey denen, welche ſich von Kräutern nähren, fehlt der Magenſaft, daher werden die Speiſen bloß erweichet, und durch die Muskeln des Magens zerrieben. Aus dem Magen gehen ſie in die Gedärme, und werden daſelbſt durch die wurmförmige Bewegung und durch Beymiſchung der Darmſäfte, der Galle und des Gekrösdrüſenſaftes verdauet. Aus dieſen verdaueten Speiſen ſcheidet ſich nun der Chylus ab, welcher von den Milchgefäßen eingeſogen, und durch die Milchbruſtröhre in den zunächſt am Herzen liegenden Blutadern dem Blute beygemiſcht wird. Während des Kreislaufes des Blutes wird durch die Abſonderungen der Säfte in den kleinen Gefäßen die Lymphe bereitet, welche ſich mit den feſten Theilen verbindet, und dieſelben ernähret. Endlich ſondern ſich die im Blute überflüſſigen wäſſerigen und ſalzigen Theile in den Nieren ab, und werden durch den Urin abgeführet. Außerdem gibt es im thieriſchen Körper noch Säfte oder Feuchtigkeiten, welche in beſondern Theilen durch eigene Drüſen abgeſondert werden, wie z. B. der Speichel, die Thränen und andere Feuchtigkeiten im Auge. Bey der chemiſchen Zerlegung der thieriſchen Körper finden ſich Stoffe, welche eigentlich dem Pflanzenreiche zugehören, und welche durch die Nahrung in den thieriſchen Körper gekommen ſind. Auch der Honig der Bienen iſt nichts weiter, als ein aus den Horizontalbehältern der Pflanzen ausgeſogener ſüßer Blumenſaft.

Saiten (chordae, cordes d'inſtruments) ſind elaſtiſche cylindriſche Körper, deren Länge in Vergleichung mit der Dicke oder dem Durchmeſſer des Querſchnittes ſehr groß iſt. Gewöhnlich werden die Saiten verfertiget entweder aus Metall, oder aus den Gedärmen der Thiere, und ſind folglich entweder **Drahtſaiten** (cordes metalliques) oder **Darmſaiten** (cordes à boyau).

Eine jede Saite, welche einen hörbaren Ton hervorbringen ſoll, muß in ihren Schwingungen eine beſtimmte Geſchwin-

ſchwindigkeit beſitzen. Daher muß ſie auch eine gewiſſe Spannung haben, damit ihre Schwingungen den nöthigen Grad der Geſchwindigkeit erlangen. Eine zu ſchlaffe Saite klingt nicht, weil ſie nicht geſchwind genug ſchwingt. Die Schwingungen einer ſolchen geſpannten Saite ſind, wie die Schwingungen eines Pendels, ſo lange ſie dauren, der Zeit nach gleich lang. M. ſ. Elaſticität (Th. I. S. 845.). Mithin bleibt der Ton einer ſolchen Saite, ſo lange er dauert, ein und der nämliche, oder die Saite gibt einen beſtimmten Klang. Dieſerwegen gebrauchet man die Saiten auf muſikaliſchen Inſtrumenten zu Hervorbringung beſtimmter Töne, wo ſie entweder durch die Finger, wie auf der Harfe, oder durch Tangenten, wie auf dem Clavier, oder durchs Streichen mit haarnen Bogen, wie auf der Violine u. ſ. f. in die ſchwingenden Bewegungen verſetzet werden.

Bey Saiten von einerley Materie finden folgende Sätze Statt: 1) bey gleich langen und gleich dicken, aber ungleich geſpannten Saiten verhält ſich die Anzahl der Schwingungen, mithin ihre Tonhöhe, wie die Quadratwurzeln der ſpannenden Kräfte. Setzt man alſo die Anzahl der Schwingungen, oder die Tonhöhe der Saiten N, n, die ſpannenden Kräfte P, p, die Längen derſelben L, l, die Dicken D, d, ſo wird, wenn $L = l$ und $D = d$, ſich verhalten $N : n = \sqrt{P} : \sqrt{p}$; 2) bey gleich geſpannten und gleich dicken, aber ungleich langen Saiten verhält ſich die Anzahl ihrer Schwingungen umgekehrt wie ihre Längen. Wenn alſo $P = p$ und $D = d$, ſo iſt $N : n = l : L$; 3) bey gleich langen und gleich geſpannten Saiten, welche ungleich dick ſind, verhält ſich die Anzahl ihrer Schwingungen umgekehrt wie ihre Durchmeſſer; wenn daher $L = l$ und $P = p$, ſo iſt $N : n = d : D$. Es iſt alſo bey Saiten von einerley Materie und gleicher Dicke die Anzahl ihrer Schwingungen oder ihre Tonhöhen in einem zuſammengeſetzten Verhältniſſe aus dem geraden der Quadratwurzeln der ſpannenden Kräfte und dem umgekehrten der Längen derſelben. Es iſt alſo $N : n = \frac{\sqrt{P}}{L} : \frac{\sqrt{p}}{l}$.

Wenn

Wenn eine Saite ungleiche Dicken beſitzet, ſo gibt ſie falſche oder vermiſchte Töne an. Soll daher eine Saite einen Ton ganz rein geben, ſo muß die Dicke derſelben überall gleich ſeyn; außerdem muß aber auch kein Schwingungsknoten entſtehen. Bey 1, 2, 3 Schwingungsknoten fliegen die Octave, Quinte und doppelte Octave mit. Die Entſtehung der Schwingungsknoten hängt theils von der Art und Weiſe, die Saiten in Bewegung zu ſetzen, theils auch von der Stelle ab, wo dieſes geſchiehet. M. ſ. **Klang**.

Salmiak, Ammoniakſalz (ſal ammoniacum, ſalmiac, ſel ammoniac). Unter dem Nahmen **Salmiake** oder **Ammoniakſalze** begreiſt man überhaupt alle diejenigen Neutralſalze, welche durch Sättigung der Säuren mit dem flüchtigen Alkali entſtanden ſind. Unter dem **gemeinen** oder **gewöhnlichen Salmiak** insbeſondere aber verſteht man dasjenige Neutralſalz, welches durch Sättigung der Salzſäure mit dem Ammoniak entſtanden iſt. Im neuern Syſteme heißt dieſer Salmiak **ſalzſaurer Salmiak** (ammoniacum muriaticum, murias ammoniaci, muriate d'ammonique).

Der reine Salmiak iſt ein weißes halbdurchſichtiges Salz, von einem ſtarken, ſtechenden, gewiſſer Maßen urinöſen Geſchmack, und ſchießt zu doppelt gefiederten Kryſtallen an, welche eigentlich aus kleinen ſechsſeitigen pyramidaliſchen zuſammengeſetzet ſind. Nach Kirwan's *) neuerer Beſtimmung enthalten die Kryſtallen des Salmiaks 0,276 Ammoniak, 0,685 Salzſäure und 0,040 Waſſer. Bey der Temperatur von 50° Fahrenh. erfordert der Salmiak 2,727 Theile Waſſer zu ſeiner Auflöſung; vom ſiedenden etwa gleiche Theile. Bey ſeiner Auflöſung im Waſſer bringt er viel Kälte hervor. M. ſ. **Kälte, künſtliche**.

An der Luft werden die Salmiakkryſtalle nicht verändert, ſondern ſind beſtändig, ohne zu zerfließen oder zu verwittern. Im Feuer hingegen iſt er ganz flüchtig, und verfliegt, ohne etwas zu hinterlaſſen, wenn er rein iſt. Auf glühenden Kohlen

*) Transact. of the Royal Iriſh Academy. Vol. IV.

Kohlen macht er kein Geräuſch. In verſchloſſenen Gefäßen läßt er ſich ſublimiren, und gibt bey einem ſchwächern Feuer die ſo genannten **Salmiakblumen** (flores ſalis ammoniaci ſimplices), bey einer ſtärkern Hitze und mindern Abkühlung aber dichte durchſcheinende Kuchen, welche aus parallelen Nadeln beſtehen, und in deren Mitte man mannichmahl, bey der Verfertigung im Großen, regelmäßige Würfel wahrnimmt. Der ſublimirte Salmiak beſitzet einige Zähigkeit. Es läßt ſich alſo der unreine Salmiak auf eine doppelte Weiſe reinigen, entweder durch Auflöſen im Waſſer, Durchſeihen und Kryſtalliſiren, oder durch Sublimation.

Den Salmiak findet man natürlich und mehr oder weniger rein in Vulkanen, und in ihrer Nachbarſchaft. Den verkäuflichen zog man ſonſt bloß aus Aegypten, und ſeine Bereitung wurde beſtändig geheim gehalten, bis endlich **Haſſelquiſt** [α]) und **Niebuhr** [β]) entdeckten, daß man ihn aus dem bloßen Ruße, welcher ſich in den Rauchfängen beym Verbrennen des Miſtes der Kameele und anderer Thiere anhängt, durch eine bloße Sublimation gewinnt. Der Salmiak iſt in dem Miſte dieſer Thiere, welche kochſalzhaltige Pflanzen freſſen, ſchon ganz fertig enthalten, da hingegen bey uns der Kaminruß nur flüchtiges Alkali, und keinen Salmiak in ſich hat. Jedoch hat auch Herr **Weber** [γ]) aus dem in Holland bey dem Verbrennen des Torfes in den Rauchfängen ſich anlegenden Ruße in ziemlicher Menge Salmiak ohne Zuſatz durch Sublimation gewonnen. Man füllt in Aegypten große gläſerne runde Flaſchen, welche 1½ Fuß im Durchmeſſer und einen kurzen Hals von 2 Zoll haben, nachdem ſie vorher beſchlagen worden ſind, bis auf ungefähr 4 Zoll weit vom Halſe mit Ruße an, und ſtellt ſie in länglichten Oefen neben einander, wo man ſie erſt nach und nach erhitzt, um alle flüchtige Theile des Rußes auszutreiben. Man verſtärkt hierauf das Feuer nach Verſchließung

α) Schwed. Abhandlung. B. XIII. 1751. S. 266.
β) Reiſe nach Arabien. Th. I. S. 152.
γ) Im phyſ. chem. Magazin. Th. I. S. 126.

ſchließung der Mündung der Flaſche, und unterhält es drey Tage und drey Nächte mit Kameelmiſte. Man zerbricht die Ballons, um die feſten Salmiakkuchen herauszunehmen, welche auf der einen Seite convex, auf der andern concav, und überhaupt mit mehr oder wenigen rußigen Theilen ſtets verunreiniget ſind. Man thut in jeden Ballon 40 Pfund Ruß, und erhält daraus bis auf 6 Pfund Salmiak. In den neuern Zeiten waren in Frankreich **Baumé** und in Deutſchland die Gebrüder **Gravenhorſt** die erſten, welche Fabriken zur Gewinnung von Salmiak errichteten. Nachher hat man an mehreren Orten, beſonders in England, dergleichen Salmiakfabriken angelegt. Man hält aber in allen dieſen Fabriken das Verfahren geheim. Allein die Verwandtſchaftsgeſetze der küchenſalzſauren Salze geben mehrere Arten an die Hand, dergleichen angegeben haben **Alberti** [α]), **Gren** [β]) und **Wiegleb** [γ]).

Verſchiedene Subſtanzen zerſetzen den Salmiak, indem ſie ſich mit der Salzſäure verbinden, und das Ammoniak frey machen; dahin gehören beſonders die Kalkerden, der lebendige Kalk, die feuerbeſtändigen Alkalien und die metalliſchen Subſtanzen. Bey der Zerſetzung des Salmiaks durch Kalkerden entwickelt ſich zugleich die Kohlenſäure der Kalkerden, und geht zugleich mit dem Ammoniak über, welcher daher in trockener feſter Geſtalt ſehr mild, und mit einer beträchtlichen Gewichtsvermehrung erſcheinet, ſo daß man aus 1 Pfund Salmiak, welches an ſich nur 6 bis 7 Unzen Ammoniak enthält, auf ſolche Art 14 Unzen erhalten kann. Ehe man noch die Kohlenſäure kannte, ſuchte man dieſe Erſcheinung auf mancherley Art zu erklären. **Duhamel** [δ]) glaubte, daß die Gewichtszunahme von einem Theile mit fortgeriſſener Kalkerde herrühre, und **Baumé** [ε]) leitete ſie von dem Waſſer der Kalkerde ab. Der gebrannte Kalk zerſetzt

α) Anleitung zur Salmiakfabrik. Berlin 1780. 8.
β) In Crells neueſten Entdeckung. Th. VII. S. 19.
γ) In Demachy's Laborant im Großen. Th. II. S. 355.
δ) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1735.
ε) Erläuterte Experimentalchymie. Th. II. S. 118 f.

ſetzt den Salmiak gleich im Augenblicke der Vermiſchung ungemein lebhaft und geſchwind. Der dabey entbundene Ammoniak läßt ſich freylich nicht in feſter Geſtalt darſtellen, ſondern erſcheinet entweder in Gasform, oder wird im Waſſer aufgelöſet unter dem Nahmen des **cauſtiſchen Salmiakgeiſtes** (ſpiritus ſalis ammoniaci cum calce viua, Alcali fluor). Der Rückſtand beyder Deſtillationen iſt ſalzſaurer Kalk, welchen man den uneigentlichen Nahmen des **fixen Salmiaks** gegeben hat.

Durch die Verbindung der feuerbeſtändigen Alkalien mit dem Salmiak entwickelt ſich ſogleich das Ammoniak daraus entweder im milden oder ätzenden Zuſtande, je nachdem ſie kohlenſauer oder rein ſind. Die Salzſäure des Salmiaks hingegen verbindet ſich mit ihm zum Digeſtivſalze oder Kochſalze, je nachdem man Gewächsalkali oder Mineralalkali anwendet. Wenn man alſo Salmiak mit feuerbeſtändigem Alkali zuſammenreibet, ſo entſtehet ſogleich ein urinöſer Geruch von dem fortgehenden Ammoniak. Das ſo genannte **engliſche Riechſalz** iſt ein ſolches Gemenge, aus drey Theilen trocknem gepulverten Weinſteinſalze, und einem Theile geriebenen Salmiak, in einem Glaſe mit eingeriebenem Stöpſel recht unter einander geſchüttelt, und mit etwas Waſſer befeuchtet.

Die meiſten Metalle treiben aus dem Salmiak das Ammoniak mit Hülfe des Feuers, ätzend und flüchtig aus, und verbinden ſich mit der Salzſäure, wodurch Silber und Bley in Hornſilber und Hornbley verwandelt werden. Miſcht man aber die Metalle in geringem Verhältniſſe bey, und veranſtaltet eine Sublimation durch ſtarke Hitze, ſo ſteigt der Salmiak unzerſetzt mit auf, und man erhält metalliſche Salmiakblumen (ens martis, ens Veneris) oder Verbindungen des Salmiaks mit einem metalliſchen Kochſalze.

Den Salmiak gebrauchet man vorzüglich zur Verzinnung des Eiſens und des Kupfers, zur Schmelzung des Goldes und zum Löthen; in der Färbekunſt zur Erhöhung

der

der Farben; mit fixem Alkali verſetzt zur Schnupftabacksbeitze, und in der Medicin zu vielen Arzeneimitteln.

M. ſ. Gren ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. B. I. 1794. §. 776 u. f.

Salpeter, ſalpeterſaures Gewächsalkali, gemeiner Salpeter (nitrum, nitrum vulgare, prismaticum, alcali vegetabile nitratum, potaſſinum nitricum, nitratum, nitras potaſſae, nitre, ſalpêtre, nitrate de potaſſe) iſt ein in Salpeterſäure mit Gewächsalkali geſättigtes Neutralſalz.

Der Salpeter hat einen ſcharfen, bitterlichen, kühlenden Geſchmack, und bildet anſehnliche große Kryſtallen, welche prismatiſch, ſechsflächig geſtreift ſind, mit ſechsflächigen, pyramidaliſchen, mehrentheils ſchräg abgeſtumpften Endſpitzen. Im Waſſer ſind die Kryſtalle ziemlich auflösbar. Bey der mittleren Temperatur erfordern ſie 7 Theile, bey der Siedhitze aber kaum etwas mehr als gleiche Theile Waſſer zur Auflöſung, und der Salpeter läßt ſich daher bequem durchs Abkühlen kryſtalliſiren. Nach den neuern Beſtimmungen **Kirwan's** *) enthält der Salpeter 0,46 Theile Laugenſalz und 0,54 Salpeterſäure.

Die Kryſtalle des Salpeters ſind an der Luft beſtändig, ohne zu verwittern, oder zu zerfließen. Der Salpeter zerfließt in der Hitze noch vor dem Glühen, und zwar ruhig ohne ſich aufzublähen. Dieſer ſo geſchmelzene Salpeter geſteht beym Erkalten zu einer feſten, klingenden halbdurchſichtigen Maſſe, welche **mineraliſcher Kryſtall** genannt wird, und durchs Abtröpfeln auf ein glattes kupfernes oder ſilbernes Blech zu kleinen Halbkugeln gebracht die ſo genannten **Salpeterkügelchen** oder das **Prunellenſalz** (nitrum tabulatum, ſal prunellae) gibt, bey deren Verfertigung man auch wohl noch Schwefel anwendet. Durch das Schmelzen des Salpeters in dieſer mäßigen Hitze verlieret er nichts, als etwas von ſeinem Kryſtalliſationswaſſer, welches er aber doch ohne anhaltendes Glühefeuer nicht ganz fahren läßt.

Im

*) Transact. of the Royal Iriſh Academy. Vol. IV.

Im anhaltenden Glühefeuer wird der Salpeter endlich alkaliſiret. Hierbey wird die Salpeterſäure zerleget, und wenn man die Operation nicht bis zum gänzlichen Alkaliſiren des Salpeters treibt, ſo bleibt **ſalpetrigtſaures Gewächsalkali** (potaſſinum nitroſum, nitrites de potaſſe) zurück, aus dem ſich ſogar durch Eſſigſäure die ſalpetrige Säure in Geſtalt rother Dämpfe austreiben läßt.

Wenn man den Salpeter mit einem brennenden Körper in Berührung bringt, oder einen verbrennlichen Körper auf ihn trägt, wenn er glühend im Fluſſe iſt, ſo entzündet er ſich mit einem Geräuſche, welches man das **Verpuffen** nennt, wovon ein eigener Artikel handelt. Durch dieſes Verpuffen wird der Körper ſogleich zerſetzt, und dem Salpeter ſeine Säure entzogen; daher iſt der Rückſtand der Verpuffung oder der uneigentlich ſo genannte **fixe Salpeter** das bloße Gewächsalkali des Salpeters, welches durch den verbrennlichen Körper mehr oder weniger verändert iſt. Salpeter mit Kohlenſtaub verpufft gibt auf dieſe Art ein Alkali, welches wegen der aus der Kohle entwickelten Kohlenſäure nicht ganz ätzend iſt. An der Luft zerfloſſen nennt man es **Glaubers Alkaheſt** (liquor nitri fixi). Durch Verpuffung des Salpeters mit Weinſtein entſtehen die Flüſſe. M. ſ. **Fluß**; mit Schwefel erzeuget ſich ein vitrioliſirter Weinſtein. Von den Wirkungen des Salpeters im Schießpulver und Knallpulver ſ. m. **Schießpulver, Knallpulver.**

Durch die Schwefelſäure wird der Salpeter auf beyden Wegen, durch die an einem erdigen oder metalliſchen Grundſtoff gebundene Schwefelſäure, durch Sedativſalz, Arſenik, Phosphorſäure und Kochſalzſäure nur auf dem trockenen Wege zerſetzet. Dieſe Subſtanzen zerſtören die Salpeterſäure nicht, ſondern machen ſie bloß vom Alkali frey, mit welchem ſie ſich anſtatt ihrer verbinden. Wenn man alſo dieſe Operation in Deſtillirgefäßen unternimmt, ſo gewinnt man dadurch die Salpeterſäure, und der Rückſtand iſt ein Neutralſalz aus dem Gewächsalkali und der zur Zerſetzung angewandten Säure.

Den Salpeter findet man natürlich in einigen Wäſſern, auf der Oberfläche der Erde an gewiſſen Orten in Indien, welchen man **Kehrſalpeter** (ſalpètre de houſſage) nennt, und durch Auflöſen im Waſſer, Durchſeihen und Anſchießen rein erhält; auch in Spanien, in Niederungarn, im Würzburgiſchen, in Kalkſchichten des Berges Pulo im Gebiete von Molfelta in Sicilien findet ſich natürlicher Salpeter. Auch hat man ihn in dem Safte einiger Pflanzen angetroffen, worin er aber wohl mehr von dem Boden, worauf ſie wachſen, als von dieſen ſelbſt, herzuleiten iſt.

Den meiſten Salpeter aber gewinnt man aus der Erde, welche nach der Verweſung thieriſcher und vegetabiliſcher Körper zurück bleibt. Es wächſt nämlich aus ſelbiger eine Art von Salz, gleichſam wie zarte Schneeflocken, durch eine Kryſtalliſation heraus, und wenn man nun ſolche Erde mit einer Lauge von Holzäſche auslauget, und dann abraucht, ſo erhält man durchs Kryſtalliſiren mehr oder weniger wirklichen Salpeter. Hierauf beruht die Gewinnung des gewöhnlichen Mauerſalpeters in den Salpeterplantagen; meiſtens iſt dieſer eine wahre **ſalpeterſaure Kalkerde**, die man durch Zuſatz von Aſchenlauge oder Potaſche in den Salpeterſiedereyen erſt in gemeinen Salpeter, oder ſalpeterſaures Gewächsalkali verwandelt. Die bloße Kalkerde, der Luft ausgeſetzt, wird aber nie zum ſalpeterſauren Kalke. Vielmehr ſind dazu allemahl verweſende vegetabiliſche oder thieriſche Subſtanzen nöthig. Auch lehret die Erfahrung, daß ohne den gehörigen Grad der Feuchtigkeit die Salpetererzeugung in ganz trockenen Erden nicht geſchiehet, und daß hauptſächlich an der Oberfläche derſelben, und da, wo die Luft Zugang hat, dieſe Salpetererzeugung Statt hat. Indeſſen ſcheinet Herrn **Gren** der Zugang der Luft und die Feuchtigkeit nicht ſowohl unmittelbarerweiſe zur Salpetererzeugung beyzutragen, als vielmehr nur in ſo fern ſie Bedingungen der Verweſung organiſcher Stoffe ſind. Daher iſt Herr **Gren** der Meinung, daß es zur vollkommenſten Salpetererzeugung am gemäßeſten ſey: 1) Wände von ſolchen

Materialien locker aufzuführen, in welchen nicht allein Verweſung organiſcher Produkte vor ſich geht, ſondern wo auch Stoffe zugegen ſind, durch welche die Salpeterſäure figiret werden kann; alſo Dammerde, Sumpferde, Erde aus Viehſtällen, Miſt von Thieren, zerſtickte Pflanzen, und Abgänge thieriſcher Theile, mit der hinreichenden Menge von Kalk vermiſcht, und überhaupt fäulnißfähige und verweſende Körper ſelbſt, nebſt der Kalkerde, mit als Materialien der Wände aufzunehmen; 2) um die Salpeterwände herum und nahe daran Gruben anzulegen, in welchen vegetabiliſche und thieriſche Körper, bey dem gehörigen Grade der Feuchtigkeit, der Fäulniß unterworfen werden, wobey zugleich noch der Nutzen iſt, daß die davon übrig bleibende Erde wieder zur Aufführung neuer Wände gebrauchet werden kann; 3) die Wände dadurch feucht zu erhalten, daß man oben auf ihrem Rande Furchen anbringt, in welche man von Zeit zu Zeit Miſtlake, Harn, Jauche aus den faulenden Gruben u. dergl. gießen läßt; 4) die Wände gegen das Auswaſchen vom Regen vermittelſt eines Obdaches und eigener Schuppen zu ſchützen. Der an dieſen Wänden erzeugte Salpeter wird alsdann gehörig ausgelaugt, und weil er mehrentheils eine wahre ſalpeterſaure Kalkerde iſt, durch Hülfe des Gewächsalkali, und nachheriger Kryſtalliſirung als wahrer Salpeter gewonnen. Gewöhnlich iſt der erſte angeſchoſſene Salpeter noch gelb von Farbe, und mit Digeſtivſalz oder Kochſalz mehr oder weniger verunreiniget. Hiervon kann er aber durch wiederholtes Auflöſen und behutſames Kryſtalliſiren gereiniget werden, weil die letztern Salze weniger Waſſer zur Auflöſung in der Kälte erfordern, als der Salpeter.

Der Gebrauch des Salpeters iſt ſehr groß und wichtig. Vorzüglich dienet er zur Bereitung des bekannten Schießpulvers, und in der Chemie zur Reinigung des Goldes und Silbers von den unedlen Metallen, deren Verkalkung er ſehr beſchleuniget, ingleichen zur Zuſammenſetzung der Flüſſe und zum Verglaſen. Auch zur Entbindung der Lebensluft

iſt

iſt er vorzüglich geſchickt, und dieſerwegen beſonders in Krankenzimmern ſehr vortheilhaft zu gebrauchen, ſo wie er überhaupt in der Medicin ſehr häufig angewendet wird.

M. ſ. Gren ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. I. §. 666 u. f. Th. II. §. 2008 u. f.

Salpeterartige Luft, Salpetergas ſ. Gas, ſalpeterartiges.

Salpetergeiſt, Salpeterſalmiak ſ. Salpeterſäure.

Salpeterſäure (acidum nitri, acidum nitricum, acide nitrique) iſt eine der vornehmſten mineraliſchen Säuren, welche aus dem gemeinen Salpeter gewonnen wird.

Gießt man auf den Salpeter Vitriolöl, ſo entſteht ein Aufbrauſen und eine Erhitzung, und es entbindet ſich ſogleich eine Menge eines rothgelben, ſcharfen Rauchs, der ſich durch Deſtillation zu einer tropfbaren Flüſſigkeit verdichten läßt. Wenn man alſo auf gereinigten, getrockneten, fein gepulverten Salpeter in einer gläſernen Retorte die Hälfte ſtarkes Vitriolöl gießt, welches wegen entſtehender Erhitzung nur nach und nach, und unterm öftern Umſchütteln geſchehen muß, und dann aus einem ſchon erwärmten Sandbade, nachdem man die Vorlage gehörig vorgekittet hat, behutſam deſtilliret, ſo gehen zuerſt gelbliche, nachher rothe Nebel in die Vorlage über, die ſich langſam zu einer röthlich gelben Flüſſigkeit verdicken, welche zugleich auch tropfenweiſe übergeher. Man unterhält die Hitze ſo lange, bis keine Dämpfe mehr kommen. Dieſe ſo erhaltene Flüſſigkeit iſt ſehr ſauer und äzend, und hat den Nahmen des **rauchenden Salpetergeiſtes** (ſpiritus nitri fumans Glauberi) erhalten. Ihr ſpecifiſches Gewichte iſt bis 1,583 gegen das Waſſer. Sie ſtößt bey Berührung der Luft röthlich gelbe Nebel aus, womit auch der übrige Raum in den Standflaſchen, worin man ſie aufbewahret, erfüllt iſt. Sie zieht Feuchtigkeit ſtark an, erhitzt ſich bey der Vermiſchung mit Waſſer, wobey die Entwickelung der röthlichen Nebel noch weit häufiger wird. Bey dieſer Verdünnung mit Waſſer wird ſie erſt

grün, bey noch mehr zugeſetztem Waſſer blau, und zuletzt verſchwindet alle Farbe.

Die gelbe oder röthliche Farbe, und die Eigenſchaft, röthlich gelbe Nebel auszuſtoßen, kommt der vollkommenen Salpeterſäure, als ſolcher, nicht zu, ſondern ſetzt ſchon eine Modiſikation derſelben voraus und rührt von minder vollkommener Salpeterſäure her. Wenn man alſo den rauchenden Salpetergeiſt aus einer gläſernen Retorte im Sandbade bey ganz gelindem Feuer nochmahls deſtilliret, ſo erhebt ſich der rauchende Theil zuerſt, und der Rückſtand verlieret endlich alle ſeine Farbe und ſeine rauchende Beſchaffenheit. Eben ſo wird dieſe flüchtigere rauchende Säure bey der Vermiſchung mit Waſſer von der übrigen Säure geſchieden, und die farbenloſe zurückbleibende verdünnte Säure iſt als die reine **vollkommene Salpeterſäure** anzuſehen.

Sonſt bedient man ſich zur Austreibung der Salpeterſäure aus dem Salpeter ſtatt des Vitriolöls im Großen auch des bis zur rothen Farbe gebrannten Vitriols. Man deſtilliret ſieben Theile davon mit acht Theilen trockenem gepulverten Salpeter aus großen irdenen beſchlagenen Retorten, an welche man große Vorlagen mit Verſtößen verkittet und worin man etwas Waſſer vorgeſchlagen hat; oder auch aus gegoſſenen eiſernen Kolben mit thönernen oder gläſernen Helmen. Die verkäufliche Salpeterſäure iſt wegen ihrer Schwächung mit Waſſer gewöhnlich farbenlos und nicht rauchend. Man nennt ſie **Scheidewaſſer** (aqua fortis), auch ſchlechtweg **Salpetergeiſt** (ſpiritus nitri). Mehrentheils iſt ſie ſehr mit Schwefelſäure und ſalziger Säure verunreiniget.

Der rauchende, röthlich gefärbte Antheil des rauchenden Salpetergeiſtes, welcher ſich nur ſehr ſchwer zur liquiden Flüſſigkeit verdichtet, iſt ſehr flüchtig, und wird **unvollkommene Salpeterſäure, Salpeterſaures, ſalpetrige Säure** (acidum nitroſum, acide nitreux), genannt. Sie iſt in deſto größerer Menge im rauchenden Salpetergeiſte enthalten, je rauchender das Vitriolöl war, deſſen man ſich zur Austreibung desſelben bedienet. Es unterſcheidet

ſcheidet ſich dieſe Säure von der vollkommenen Säure nach dem neueſten Syſteme darin, daß bey der letztern die säurefähige Grundlage mit dem Sauerſtoffe völlig geſättiget iſt, bey der erſtern aber dieſelbe einen geringern Antheil von Sauerſtoff enthält. Daß in der unvollkommenen Salpeterſäure die ſäurefähige Grundlage mit weniger Sauerſtoff verbunden ſey, als in der vollkommenen Salpeterſäure, erhellet aus mehreren Erfahrungen. Wenn man nämlich Salpeter in einer gläſernen beſchlagenen Retorte, welche mit dem pnevmatiſchen Apparate in Verbindung iſt, glühen läßt, ſo geht eine große Menge Sauerſtoffgas über, und zuletzt entwickeln ſich auch Dämpfe von unvollkommener Salpeterſäure, wenn die Retorte dem Schmelzen gehörig widerſtehet. Die zurückbleibende Salzmaſſe ſchmeckt alkaliſch, läßt aber beym Aufgießen, ſelbſt von ſchwächern Säuren, wie von Eſſigſäure, die ſonſt die Salpeterſäure nicht austreiben, rothe Dämpfe fahren, und gibt unvollkommene Salpeterſäure. Hier wird nämlich der vollkommenen Salpeterſäure durch das Feuer ein Antheil Sauerſtoff entzogen, welcher damit als Sauerſtoff austritt, und die ſäurefähige Grundlage der Salpeterſäure bleibt mit weniger Sauerſtoff verbunden als unvollkommene Salpeterſäure beym Alkali zurück, bis auch durch die anhaltende Hitze ein größerer oder geringerer Antheil derſelben ausgetrieben wird. Auch wenn vollkommene Salpeterſäure durch eine glühende gläſerne Röhre getrieben wird, liefert ſie Sauerſtoffgas und unvollkommene Salpeterſäure. Endlich wenn man ungefärbte concentrirte Salpeterſäure in einer recht durchſichtigen Retorte, die in Verbindung mit der pnevmatiſchen Geräthſchaft iſt, den Sonnenſtrahlen ausſetzet, ſo entwickelt ſich Sauerſtoffgas, und die rückſtändige Salpeterſäure wird wieder gefärbt. Dunkele Wärme, ohne Licht, bewirket dieſe Veränderungen nicht.

Nach dem Brennſtoffſyſtem beruhet der Unterſchied der vollkommenen und unvollkommenen Salpeterſäure nicht bloß darin, daß die unvollkommene Salpeterſäure weniger Sauer-

ſtoff, ſondern auch darin, daß ſie mehr Brennſtoff enthält. Daher nannten auch die Herren **Bergmann** und **Scheele** die unvollkommene Salpeterſäure **phlogiſtiſirte Salpeterſäure**, weil ſie die rothe Farbe von der Verbindung derſelben mit dem Phlogiſton ableiteten, die vollkommene Salpeterſäure aber **dephlogiſtiſirte Salpeterſäure**, weil durch die Deſtillation des rauchenden Salpetergeiſtes der phlogiſtiſirte Geiſt abgeſchieden werde. So entſteht ſelbſt aus der vollkommenen Salpeterſäure unvollkommene, wenn jene Gelegenheit hat, ſich mit Brennſtoff zu verbinden, in welchem Falle ſie einen Theil Sauerſtoff dagegen entläßt. Bey der den Sonnenſtrahlen ausgeſetzten concentrirten Salpeterſäure verbindet ſich dieſe mit dem Brennſtoff zur unvollkommenen Salpeterſäure, während der Sauerſtoff ſich mit dem Wärmeſtoffe zur Lebensluft verbindet. Auch in dem Salpeter läßt ſich durch bloßes Glühen deſſelben die darin befindliche Salpeterſäure zerlegen, Lebensluft austreiben, und die Salpeterſäure phlogiſtiſiren. Sonſt wandte man auch den Salpeter vorzüglich zur Bereitung der Lebensluft an, und aus ihm ſtellten ſie ihre Erfinder, **Prieſtley** und **Scheele**, zuerſt dar.

Auch unterſcheidet ſich die vollkommene Salpeterſäure von der unvollkommenen durch ihre Verbindungen mit Alkalien und Erden, und durch ihre weit ſchwächere Verwandtſchaft dagegen. Nach der neuern Nomenklatur nennt man daher auch die mit der vollkommenen Salpeterſäure bereiteten Neutral- und Mittelſalze nitrates; die mit der unvollkommenen Säure verfertigten nitrites. Herr **Gren** nennt jene **ſalpeterſaure** (ſalia nitrica), und dieſe **ſalpetrigſaure** (ſalia nitroſa). Von den letztern macht man übrigens keine Anwendung und keinen Gebrauch.

Alle Körper des Thier- und Gewächsreichs zerſetzen die Salpeterſäure, und entziehen ihr durch ihren Kohlenſtoff den größeſten Antheil Sauerſtoff, ſo daß ſie dadurch nun von anderer Natur und anderm Verhalten erſcheinet. Wenn man concen-

concentrirte Salpeterſäure über dergleichen Körper abziehet, ſo erfolget nicht ſelten eine Entzündung. Die ätheriſchen Oele ſowohl als auch die ausgepreßten verdichtet ſie zu einer Art von Harz, unter Entwickelung eines häufigen braunrothen Rauchs, und einer ſtarken Erhitzung und Aufwallung, welche ſelbſt bis zur Entzündung gehen kann, beſonders wenn man die concentrirte Salpeterſäure noch mit ſtarkem Vitriolöl verſetzt. Ueberhaupt können alle ätheriſche Oele, beſonders die, welche im Waſſer zu Boden ſinken, und auch die austrocknenden milden Oele durch die Salpeterſäure allein entzündet werden, wenn ſie nicht in ſo kleinen Portionen mit nicht zu wenigem Oele vermiſcht wird. Indeſſen gelingt der Verſuch mit den leichten ätheriſchen Oelen und mit den milden Oelen ſicherer, wenn man Vitriolöl zu Hülfe nimmt. **Borricka** [α]) entdeckte zuerſt im Jahre 1671 die Entzündung des Terpentinöls mit der Salpeterſäure; **Slare** [β]) und **Homberg** [γ]) entzündeten die ätheriſchen Oele; **Rouviere** bemerkte dieſe Entzündung auch an den brenzlichen Oelen, **Hoffmann** [δ]) und **Geofroy** [ε]) der Jüngere entdeckten endlich, daß die rauchende Salpeterſäure in Verbindung der concentrirten Schwefelſäure die Entzündung weit beſſer zu Stande bringe, und auch ſelbſt das Terpentinöl entzünden könne. **Rouelle** [ζ]) zeigte, daß ſich dadurch auch die milden Oele anzünden ließen.

Die Dämpfe der phlogiſtiſirten Salpeterſäure laſſen ſich bey Ausſchließung der Luft in wirklicher luftförmiger Geſtalt durch Hülfe der Wärme darſtellen. M. ſ. **Gas, ſalpeterartiges.**

α) In *Thom. Bartholini* act. med. et philoſoph. Hafnienſ. an. 1671. S. 133.

β) Philoſoph. transact. Vol XVIII. Nro. 213. S. 200. überſetzt in Crells chem. Archiv. B. I. S. 105.

γ) Mémoir. de l'Academ. roy. des ſcienc. de Paris 1701. S. 129. überſetzt in Crells chem. Archiv. B. II. S. 250.

δ) Obſervat. phyſ. chym. Lib. II. obſ. 3.

ε) Mémoir. de l'Academ. roy. des ſcienc. de Paris 1726. S. 95. überſ. in Crells chem. Archiv. B. III. S. 89.

ζ) Mémoir. de l'Academ. roy. des ſcienc. de Paris 1747. S. 34.

Die Salpeterſäure iſt eines der mächtigſten Auflöſungsmittel. Die Alkalien löſet ſie ſehr leicht auf, und bildet mit dem Gewächsalkali den **gemeinen Salpeter**, mit dem Mineralalkali den **Rhomboidalſalpeter**, und mit dem Ammoniak den **Salpeterſalmiak**. Indeſſen hat die Schwefelſäure gegen die Alkalien eine größere Verwandtſchaft, als die Salpeterſäure; daher wird der Salpeter durch das Vitriolöl zerſetzt, und ſeine Säure frey gemacht. Dabey hat Herr **Baumé** gefunden, daß die Salpeterſäure auf dem naſſen Wege auch die Schwefelſäure von den Alkalien trennen könne, welches wider die Regeln der Verwandtſchaft zu ſeyn ſcheinet. Wenn man nämlich vitrioliſirten Weinſtein oder Glauberſalz durch Hülfe der Wärme in gleichen Theilen ſtarken Scheidewaſſers auflöſet, ſo verbindet ſich ein Theil Salpeterſäure mit dem Alkali dieſer ſchwefelſauren Neutralſalze, und es ſchießt während des Erkaltens der Miſchung entweder ein prismatiſcher oder ein Rhomboidalſalpeter auf dem Boden des Gefäßes an. Herr **Scheele** hat aber entdecket, daß nur ein Drittheil des vitrioliſirten Weinſteins dadurch zerleget werde, und der übrige unverändert bleibe, auch wenn man noch mehr Salpeterſäure zugieße. Daher iſt es wahrſcheinlicher, daß durch das Uebermaß der Salpeterſäure ihre ſonſt geringere Verwandtſchaft größer werde, und daher einen Theil Alkali dem Neutralſalze entziehet, und ſich damit zum Salpeter verbindet.

Auch löſet die Salpeterſäure die abſorbirenden Erden leicht auf, und bildet mit ihnen Mittelſalze, wie z. B. ſalpeterſaure Kalkerde, ſalpeterſaure Talkerde, ſalpeterſaure Bittererde, ſalpeterſaure Schwererde u. ſ. f.

Die Salpeterſäure greift alle Metalle an, und löſet ſie auf; Gold und Platina aber nur in Verbindung mit der Salzſäure. M. ſ. **Königswaſſer**. Bey dieſer Auflöſung erfolget Aufbrauſen und ein Erhitzen, wobey ſich das Salpetergas entwickelt. Mit einigen Metallen erzeuget ſie kryſtalliſations- und verpuffungsfähige Salze, wie z. B. mit Silber, Bley, Wismuth u. ſ.; mit den übrigen Metallen

aber bildet ſie bloß zerfließbare Salze, welche ſich zum Theil durch Abſonderung der metalliſchen Kalke von ſelbſt zerſetzen.

Mit dem Weingeiſte vermiſcht ſich die Salpeterſäure ſehr leicht, wodurch dieſe einen großen Theil ihrer ſauren Beſchaffenheit verlieret, und in den **verſüßten Salpetergeiſt** (ſpiritus nitri dulcis) verwandelt wird. Auch ohne Deſtillation liefert ſchon die Salpeterſäure mit dem Weingeiſte vermiſcht einen Aether, den **Salpeteräther** oder die **Salpeternaphtha** (aether, naphtha nitri).

Von der Natur der Salpeterſäure konnten die ältern Chemiker nichts Befriedigendes anführen. Aus der Erzeugungsart derſelben glaubten ſie, daß ſich dieſe Säure, als ein in der Luft verbreiteter einfacher Stoff, nach und nach an die in der Luft befindlichen Materien anhänge. Der jüngere **Lemery** [α]) war der Meinung, daß ſich dieſer einfache Stoff vielmehr in thieriſchen und vegetabiliſchen Subſtanzen befinde, ohne welche kein Salpeter erzeuget werden kann. **Stahl** hielt dieſe Säure wegen der ſehr großen Verwandtſchaft zum Phlogiſton für eine durch Verbindung mit phlogiſtiſchen Stoffen abgeänderte allgemeine Säure oder Vitriolſäure, und betrachtete die Fäulniß der thieriſchen und vegetabiliſchen Subſtanzen als das Mittel, deſſen ſich die Natur bediene, um dieſe eigene Art der Verbindung zu bewirken. **Stahl** [β]) und **Pietſch** [γ]) haben dieſe Meinung ausführlich vertheidiget. Noch mehrere Hypotheſen über dieſen Gegenſtand enthält eine von der Pariſer Akademie veranſtaltete Sammlung [δ]), dergleichen auch **Weber** [ε]) erwähnet.

Die neuere Chemie hat in dieſer Sache mehr Aufſchluß gegeben. Hiernach beſteht die Salpeterſäure aus Sauerſtoff

und

α) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1717.

β) Schriften von der natürlichen Erzeugung und Nutzbarkeit des Salpeters. Frankf. u. Leipz. 1734. 8.

γ) Preisſchrift von Erzeugung des Salpeters. Berlin 1750. 4.

δ) Recueil de mémoir. et d'obſervat. ſur la format. et fabricat. du ſalpêtre. à Paris 1776. Sammlung von Nachrichten und Beobachtungen über die Verfertigung des Salpeters. Dresd. 1778. 8.

ε) Vollſtänd. theoret. und prakt. Abhandlungen von dem Salpeter. Tübing. 1779. 8.

und Stickſtoff. Dieß beweiſen die Antiphlogiſtiker ſowohl durch ihre Analyſis als auch durch ihre Syntheſis. Man vermiſche einen Theil Kohlenpulver mit drey Theilen Salpeter, bringe einen Theil von dieſem Gemenge in das genau geſchloſſene Ende eines Flintenlaufs, ſtampfe es feſt, lege dieß Ende zwiſchen Kohlen, und den Flintenlauf ſtark geneigt mit ſeiner Mündung unter dem Trichter der mit Waſſer gefüllten Wanne des pnevmatiſchen Apparats. So wie die Stelle, wo ſich das zu verpuffende Gemenge endiget, glühend wird, hebt die Verpuffung an, und verbreitet ſich nach und nach durch die ganze Maſſe mit heftiger und häufiger Entwickelung von Gas. Nach Endigung des Verſuchs findet man den Salpeter im Flintenlaufe zerſtöret, und an ſeiner Stelle kohlenſaures Gewächsalkali mit mehr oder weniger unverbrannter Kohle; die übergegangene Luft beſteht aus kohlenſaurem Gas und Stickgas. Da die Kohlenſäure, die ſich hierbey bildet, nicht anders erzeuget werden kann, als daß die Kohle der Salpeterſäure den Sauerſtoff entzieht; da ferner alle Salpeterſäure hierbey verſchwindet, und auch das Sperrwaſſer beym Verſuch davon nichts enthält; da ferner eine ſo große Menge von Stickgas hierbey zum Vorſchein kommt, ſo folget, daß der **Stickſtoff** als Radikal der Salpeterſäure oder ihr ſäurefähiges Subſtrat ausmache. Da ſich die Quantität der bey dieſem Prozeß erzeugten Kohlenſäure und der dabey verzehrten Kohle beſtimmen läßt, ſo kann man auch aus dem ſchon bekannten Verhältniſſe des Kohlenſtoffs zum Sauerſtoff in der Kohlenſäure, und der Quantität des geſammelten Stickgas ſchließen, wie das Verhältniß des Sauerſtoffs zum Stickſtoff in der im Salpeter befindlichen höchſt concentrirten Salpeterſäure ſey. Herr **Lavoiſier** beſtimmte die Zuſammenſetzung dieſer Salpeterſäure ſehr nahe aus 0,205 Stickſtoff und 0,795 Sauerſtoff.

Durch die Syntheſis der Salpeterſäure zeiget ſich dieß eben ſo auf folgende Art: Unter eine auf dem Queckſilber- oder Waſſerapparate ſtehende, und mit ſalpetrigem Gas gefüllte Glocke laſſe man Sauerſtoffgas gehen; in dem Augenblicke,

genblicke, da ſich beyde Gasarten berühren, entſtehen rothe Dämpfe, beyde Gasarten verdichten ſich, und machen zuſammen Salpeterſäure, dabey wird etwas Wärmeſtoff frey. Es fehlt alſo dem ſalpetrigen Gas weiter nichts, als etwas Sauerſtoff, um ſich in Salpeterſäure zu verwandeln. Wenn man ferner eine Miſchung von Sauerſtoffgas, Waſſerſtoffgas und Salpeterſtoffgas einer hohen Temperatur ausſetzet, ſo entſtehet ſchwache Salpeterſäure, indem ſich der Sauerſtoff ſowohl mit dem Wärmeſtoffe als mit dem Salpeterſtoffe verbindet, mit dem erſten Waſſer, und mit dem zweyten Salpeterſäure, folglich eine Miſchung von Salpeterſäure und Waſſer macht. Auch beweiſet dieß der Verſuch des **Cavendiſh**, welcher den elektriſchen Funken zu wiederholten Mahlen durch eine Miſchung von Sauerſtoffgas und Stickſtoff gehen ließ, und dadurch Salpeterſäure erhielt, ſo wie beſonders die merkwürdigen Verſuche von **Milner** *) das nämliche darthun, indem nämlich die Dämpfe des ſiedenden flüchtigen Laugenſalzes, wenn ſie durch ein mit Braunſtein gefülltes und glühend gemachtes eiſernes Rohr gehen, Salpeterdämpfe geben. Es wird hierbey das flüchtige Alkali in ſeine Beſtandtheile zerleget, und ſein Stickſtoff bildet mit dem Sauerſtoffe des Braunſteins Salpeterſäure.

Der Stickſtoff iſt alſo das ſäurefähige Subſtrat der Salpeterſäure, und erſcheint nach Maßgabe des Verhältniſſes des damit verbundenen Sauerſtoffs in verſchiedener Form und Natur. Mit etwa vier Theilen Sauerſtoff macht er die Salpeterſäure, mit etwa drey Theilen deſſelben unvollkommene Salpeterſäure, mit nahe zwey Theilen deſſelben die Baſis des Salpetergas, und mit wenig mehr als gleichen Theilen Sauerſtoff die Baſis des ſalpeterhaltigen Stickgas.

So viel ſcheint nun wohl als Thatſache ausgemacht zu ſeyn, daß die Natur bey der Verweſung organiſcher Körper Stickſtoff, welcher ein Beſtandtheil derſelben iſt, mit Sauer-

ſtoff

*) Philoſ. transact. Vol. LXXIX. Par. II. p. 300 ſeqq. über die Erzeugung der Salpeterſäure und der Salpeterluft in Grens Journ. der Phyſ. B. III. S. 83 f.

ſtoff des Waſſers oder der Atmoſphäre zur Salpeterſäure vereiniget, und dieſe in ſo fern ein Produkt der Verweſung genannt werden kann. Daß aber Sauerſtoffgas und Stickgas durch ihre Vermiſchung keine Salpeterſäure geben, das hindert die Verwandtſchaft ihrer reſpektiven Grundlagen zu dem Wärmeſtoff, womit ſie in dieſen Gasarten vereinigt ſind.

Ueber das Azote oder den Stickſtoff iſt man nur noch nicht einig. Die Antiphlogiſtiker betrachten ihn als einen einfachen Stoff, die Phlogiſtiker hingegen zuſammengeſetzt aus einem eigenen Subſtrat und dem Brennſtoff. Nach Herrn **Göttlings** Verſuchen ſoll er aus Sauerſtoff mit Lichtſtoff verbunden beſtehen. M. ſ. **Stickſtoff.**

M. ſ. **Gren** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. I. Halle 1794. 8. §. 646 u. f. deſſen Grundriß der Chemie. Th. I. Halle 1797. 8. §. 469 u. f. Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin 1795. 8. S. 141 u. f.

Salpeterſaure Luft ſ. **Gas, ſalpeterartiges.**

Salpeterſtoff ſ. **Stickſtoff.**

Salpeterſtoffgas ſ. **Gas, phlogiſtiſirtes.**

Salze (ſalia, ſales, ſels). Unter dieſem Nahmen verſteht man eine eigene Hauptgattung der mineraliſchen Körper, welche ſich von den übrigen dadurch unterſcheiden, daß ſie ſich im Waſſer auflöſen laſſen, und auf der Zunge einen merklichen Geſchmack erregen. Ein ſolches Salz iſt das bekannte **Küchenſalz** oder das **gemeine Salz**, welches zur Bereitung der Speiſen gebraucht wird, und zur Benennung der Salze Veranlaſſung gegeben hat. Doch gibt es einige Körper, welche ſich im Waſſer auflöſen laſſen, und auf der Zunge einen Geſchmack geben, und gleichwohl nicht zu den Salzen gerechnet werden, wie z. B. einige Gummis, die gebrannte Kalkerde; daher iſt man verbunden, eine künſtliche Grenzlinie zwiſchen dieſen und den eigentlich ſo genannten Salzen zu ziehen, und dieſe ſo zu erklären, daß es Körper ſind, die ſich in weniger, als 200 Mahl ſo viel kochendem Waſſer auflöſen laſſen, und Geſchmack erregen.

Die Auflösbarkeit der Salze im Waſſer iſt ſehr verſchieden. Einige erfordern mehr, andere weniger davon. Von den meiſten löſet ſiedendes oder heißes Waſſer mehr auf, als kaltes, nur einige wenige löſen ſich zwar im erſtern ſchneller, aber nicht in einer viel größern Menge auf. Verſchiedene Salze haben ſogar eine ſtarke Verwandtſchaft zum Waſſer, daß ſie nie für ſich in einem trockenen Zuſtande dargeſtellt werden können, und heißen daher **ſtets flüſſige Salze**. Einige im Waſſer ſehr auflösbare Salze können zwar trocken dargeſtellt werden, ſie ziehen aber bald die Feuchtigkeit der Luft wegen ihrer ſtarken Verwandtſchaft zum Waſſer an ſich, und werden davon aufgelöſet, oder zerfließen an der Luft, und heißen **zerfließbare Salze**. Die feſten Salze ſchießen durchs Abdampfen und Erkalten aus ihren Auflöſungen, wenn die Arbeit gehörig verrichtet wird, in Kryſtallen an, welche für jede Art Salz eine eigenthümliche Geſtalt beſitzen. M. ſ. **Kryſtalliſation**.

Die Anzahl der Arten von Salzen, welche die Natur und Kunſt darſtellen, iſt beträchtlich groß, und es finden ſich bemerkenswerthe Unterſchiede ihrer Eigenſchaften und ihres Verhaltens gegen andere Körper, ſo daß man der beſſern Ueberſicht wegen genöthigt wird, dieſe Klaſſe von Körpern in Ordnungen, Gattungen und Arten abzutheilen. Gewöhnlich werden ſie in Rückſicht ihrer näheren Beſtandtheile in **einfachere** und in **zuſammengeſetztere** eingetheilt. Die Gattungen der erſten Ordnung ſind: die **Säuren** und **Alkalien**; die Gattungen der andern Ordnung: die **Neutralſalze, Mittelſalze, metalliſche Salze**.

Was die Säuren und Alkalien betrifft, wovon eigene Artikel dieſes Wörterbuchs handeln, ſo ſind es zwey Gattungen, welche in Anſehung ihrer Wirkungen einander als entgegengeſetzt zu betrachten ſind, indem das Hinzukommen der einen die Eigenſchaften der andern ſchwächt, und zuletzt beym Sättigungspunkte ganz aufhebt. So wird z. B. die durch die Säure bewirkte veränderte Farbe der Lackmustinktur durch das Alkali wieder aufgehoben; auch wird der

ſaure

ſaure und ätzende Geſchmack der Säuren durch Beymiſchung von Alkalien gemildert, ſo wie der urinöſe und ſtechende Geſchmack durch Beymiſchung von Säuren aufgehoben wird. Die Anzahl der Säuren iſt bis jetzt ſchon groß, und ſind vermuthlich noch neuere zu entdecken; da hingegen die Alkalien ſich beſtändig bey ihrer Anzahl halten.

Wenn die verſchiedenen Arten der Säuren mit den Alkalien bis zum Sättigungsgrade mit einander vermiſcht werden, ſo entſpringen daraus neue ſalzige Verbindungen von eigener Natur und Beſchaffenheit, in welchen die Säuren und Alkalien ihre Eigenſchaften gänzlich verloren haben. M. ſ. **Neutralſalze.**

Auch verbinden ſich die Säuren mit einigen Erden und Metallkalken, und aus dieſer Verbindung entſteht eine eigene Gattung von Salzen, welche überhaupt **Mittelſalze** heißen, und zwar insbeſondere Mittelſalze mit einem erdigen, und Mittelſalze mit einem metalliſchen Grundtheile. M. ſ. **Mittelſalze.**

Endlich entſtehen noch ſalzige Subſtanzen aus Verbindungen mehrerer Neutral- und Mittelſalze unter einander ſelbſt. Dergleichen findet man theils ſchon in der Natur, theils auch bey Zerlegungen der Körper, und theils werden ſie vorſetzlich durch die Kunſt bereitet. Dieſe heißen **zuſammengeſetzte** dreyfache und vierfache **Mittelſalze.** Dergleichen ſind das engliſche Purgirſalz, der tartariſirte Borax u. ſ. f.

Die ältern Chemiker waren geneigt, alle Salze überhaupt auf ein einziges zu bringen, und die übrigen bloß als Arten von dieſem zu betrachten. **Stahl** *) hat beſonders dieſe beyden Sätze zu vertheidigen geſucht, daß die Schwefelſäure die einzige an ſich ſelbſt und weſentlich ſalzartige Subſtanz ſey, welche durch Verbindung mit andern Körpern alle übrige Salze bilde, und daß dieſe Säure ſelbſt aus der innigen Verbindung einer zarten Erde mit Waſſer beſtehe.

*) Beweis von den Salzen, daß dieſelben aus einer zarten Erde mit Waſſer innig verbunden beſtehen. Halle 1723. 8. 2te Aufl. von J. Joach. Lange. Halle 1765. 8.

beſtehe. Auch hat ſich **Macquer** ſehr viel Mühe gegeben, dieſe beyden Sätze ſehr wahrſcheinlich zu machen. Daher die Schwefelſäure den Nahmen der **allgemeinen Säure** (acidum catholicum, primigenium) erhalten hat. Allein man hat noch auf keine Weiſe darthun können, daß ſich irgend eine Salzart in eine andere verwandeln laſſe. Es hat zwar **Pietſch** *) einige Erfahrungen für dieſe Meinung angegeben, ſie beweiſen aber bloß die Aehnlichkeit gewiſſer Salze, aber nicht die Entſtehung des einen aus dem andern. **Stahls** zweyter Satz, daß nämlich alle Salze aus einer feinen Erde und Waſſer zuſammengeſetzt ſind, gehört eigentlich **Bechern** zu, welcher Erde und Waſſer für die einzigen Grundſtoffe aller Körper hielt. Einige, welche das Feuer als den Grund aller Aetzbarkeit betrachteten, haben auch dieſes Element zu den Beſtandtheilen der Säuren und der ätzenden Alkalien angeſehen. M. ſ. **Kauſticität**; noch andere haben ein eigenes durch die ganze Natur verbreitetes Salzweſen mit zu den erſten Grundſtoffen gerechnet. M. ſ. **Grundſtoffe**. Allein alle dieſe Hypotheſen ſind gar nicht wahrſcheinlich. Ueberhaupt vermögen wir nichts von dem Weſen der Salze anzugeben.

Salzgeiſt ſ. **Salzſäure**.

Salzſäure, Kochſalzſäure, Küchenſalzſäure, Seeſalzſäure, Seeſäure, ſalzige Säure, phlogiſtiſirte Salzſäure (acidum ſalis, acidum ſalis communis ſ. culinaris, acidum muriaticum, acide marin, acide muriatique). Dieſe Säure heißt diejenige mineraliſche Säure, welche in dem Küchenſalze und Seeſalze als ein Beſtandtheil deſſelben enthalten iſt.

Wenn man auf Küchenſalz Vitriolöl gießt, ſo entſteht ſogleich eine beträchtliche Erhitzung und ein Aufbrauſen, und es entwickeln ſich häufige weiße Nebel von einem eigenthümlichen ſauren und ſcharfen Geruche und Geſchmacke. Fängt man dieſe Nebel vermittelſt einer Deſtillation auf, und verdichtet ſie durch ſo wenig Waſſer als möglich, ſo gewinnt man

*) Preisſchrift von Erzeugung des Salpeters. Berlin 1750. 4.

man einen ſaure Flüſſigkeit, die gewöhnlich **rauchender Salzgeiſt** (ſpiritus ſalis fumans *Glauberi*) genannt wird. **Glauber** hat dieß Verfahren, und den dadurch erhaltenen Salzgeiſt zuerſt bekannt gemacht; auch nennt man den Rückſtand, der aus einer Verbindung der Schwefelſäure mit dem Mineralalkali des Salzes beſteht, noch bis jetzt **Glauberſalz, Wunderſalz** (ſal mirabile *Glauberi*).

Dieſe ſaure Flüſſigkeit iſt eine Säure eigener Art, welche im neuern Syſteme **Kochſalzſäure, Salzſäure** genannt wird. Sie iſt eigentlich nur eine unvollkommene Säure, weil ihr Radikal noch eines höhern Grades der Sättigung mit dem Sauerſtoffe fähig iſt, und dieſerwegen nennt ſie Herr **Gren ſalzige Säure** (acidum muriatoſum).

Die Bereitung des rauchenden Salzgeiſtes hat weit mehr Schwierigkeit, als die des rauchenden Salpetergeiſtes. M. ſ. **Salpeterſäure**. Weil nämlich der Salzgeiſt ohne Waſſer gar nicht verdichtet werden kann, ſo muß man das dazu angewendete Vitriolöl entweder verdünnen, oder in der Vorlage etwas Waſſer vorſchlagen, und das Vitriolöl nur nach und nach auf das Kochſalz tragen. Außerdem hat man eine geräumige Vorlage anzuwenden, die Fugen mit der dichteſten Kitte ſchon vorher auf das ſorgfältigſte zu verwahren, und überhaupt die Deſtillation nur in kalter Witterung vorzunehmen, und das Feuer mit der größten Behutſamkeit anzubringen. Unter mehreren vorgeſchlagenen Methoden dient vorzüglich hierzu die Operation mittelſt des woulfiſchen Apparats, indem man ungefähr acht Unzen Waſſer in den Flaſchen vorſchlägt, wenn man die Säure aus zwey Pfund Küchenſalze austreibt.

Wegen des nothwendigen Zuſatzes vom Waſſer kann die ſalzige Säure nie ſo concentrirt, als die Salpeterſäure, erhalten werden. Sie iſt eigentlich farbenlos und klar, und ſtößt, wenn ſie concentrirt genug iſt, an der Luft weißliche Nebel aus. Die gelbliche Farbe der verkäuflichen ſalzigen Säure rührt von Eiſentheilen her.

Dieſe

Dieſe Säure entweicht eigentlich bey ihrer Austreibung aus Kochſalze durch concentrirte Schwefelſäure in Gasform, und wird durch das vorgeſchlagene Waſſer daraus wieder zerſetzt, indem es die Baſis dieſes Gas in ſich nimmt. M. ſ. **Gas, ſalzſaures.**

Auch gebrauchet man ſtatt der concentrirten Schwefelſäure zur Ausſcheidung der ſalzigten Säure andere Subſtanzen. Der gebrannte Vitriol gibt wegen ſeiner Eiſentheile eine ſehr unreine Säure; daher bedienet man ſich hierzu lieber des getrockneten und fein gepulverten Thons, womit man den vierten Theil ausgetrocknetes Küchenſalz vermengt. Die Deſtillation geſchiehet ſonſt im Großen und auf ähnliche Art, wie die des Scheidewaſſers.

Nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme beſtehet dieſe Säure aus dem Säureſtoffe, und aus einem eigenen Radikal, welches bis jetzt noch nicht hinlänglich bekannt iſt. Herr **Girtanner** [α]) führet zwar verſchiedene Verſuche an, aus welchen er zu ſchließen ſich berechtiget hält, daß die ſalzigte Säure aus **Säureſtoff** und **Waſſerſtoff** beſtehe; allein der Herr **van Mons** [β]) hat dagegen wieder andere Verſuche angeſtellet, wovon die meiſten wider die Meinung des Herrn **Girtanner**, und nur wenige für dieſelbe ſind. Beyde ließen z. B. ſtarkes Alkohol über Queckſilberſublimat (muriate oxygené de mercure) verbrennen. Die Zerſetzung geſchahe bis zur Reduktion des Queckſilbers, und es wurde nichts entbunden, als Kohlenſäure, Waſſerſtoffgas und Waſſer. Nach Herrn **Girtanner** verbindet ſich hierbey der Kohlenſtoff des Alkohols mit einem Theile des Sauerſtoffs der ſalzigten Säure, daher die Kohlenſäure, und der Waſſerſtoff des Alkohols, verbunden mit dem Sauerſtoffe der Kochſalzſäure, Waſſer und Waſſerſtoffgas bildet. Wenn man ferner nach Herrn **Girtanner** rauchenden Salzgeiſt über Zinn kochen läßt, und das Gefäß mit dem pnevmatiſchen Appa-

α) Anfangsgr. der antiphlogiſt. Chemie. Berlin, 1795. 8. S. 154.
β) Grens neues Journal der Phyſik. B. III. S. 332 u. f.

Apparate verbindet, ſo wird das Zinn endlich ganz aufgelöſet, und der Salzgeiſt wird zerlegt. Das Zinn ſäuret ſich auf Koſten der Säure; die hierdurch entſtandene Zinnhalbſäure verbindet ſich mit dem noch unzerlegten Theile der Säure zu kochſalzgeſäuerten Zinn, und der andere Beſtandtheil der Säure, das Waſſerſtoffgas, geht unter den pnevmatiſchen Apparat. Dagegen ließ man nach des Herrn **van Mons** Berichte mehr als 20000 elektriſche Funken durch eine mit ſalzſaurem Gas gefüllte Röhre gehen. Das Gas verminderte ſich im Umfange um etwas weniges. Nachdem die Verminderung aufhörte, brachte man es über Waſſer, wo es bis auf etwas weniges ganz verſchluckt wurde. Der Rückſtand war zwar wirklich Waſſerſtoffgas; man mußte es aber der Zerſetzung des Waſſers zuſchreiben, von welchem das ſalzſaure Gas nicht ganz befreyet dargeſtellt werden kann. Hätte die Zerſetzung des ſalzſauren Gas wirklich Statt gehabt, ſo hätte es einer totalen Zerſetzung nicht widerſtehen können, da es der Wirkung einer ſo großen Anzahl elektriſcher Entladungen ausgeſetzet war. Ferner ließ der Herr **van Mons** Waſſerſtoffgas und Sauerſtoffgas, und zwar mit einem größern Ueberſchuß des letztern als in dem Verhältniſſe, welches zur Bildung des Waſſers erforderlich iſt, verbrennen. Er hoffte Salzſäure zu erhalten, erhielt aber nur Waſſer. Dieſe Thatſachen erweiſen, daß Herrn **Girtanner's** Behauptung noch keine völlige Beſtätigung erhalten hat.

Nach dem phlogiſtiſchen Syſteme enthält dieſe Säure außer dem Sauerſtoffe und dem eigenen Radikal noch einen großen Theil Brennſtoff, und wird dieſerwegen auch **phlogiſtiſirte Säure** genannt, welche man von einer andern vollkommenern Säure, der **dephlogiſtiſirten Salzſäure**, unterſcheidet, wovon der folgende Artikel handelt. Eben in der ſtarken Phlogiſtiſirung ſoll der Grund ihrer geringen Wirkſamkeit auf verbrennliche Subſtanzen liegen.

Mit den Alkalien verbindet ſich die ſalzigte Säure ſehr leicht. Mit dem Gewächsalkali geſättiget, bildet ſie das

ſalz-

ſalzſaure Gewächsalkali (potaſſinum muriaticum, alcali vegetabile ſalitum, murias potaſſae, muriate de potaſſe), oder auch das Digeſtivſalz des Sylvius oder das Fieberſalz (ſal digeſtiuum, febrifugum *Sylvii*), welches einen ſcharfen, wenig bitterlichen Geſchmack beſitzet. Aus der Verbindung dieſer Säure mit dem Mineralalkali entſtehet das Küchenſalz, und mit dem Ammoniak der gemeine Salmiak. Alle dieſe Salze werden durch concentrirte Schwefelſäure und durch den rauchenden Salpetergeiſt wieder zerleget; daher man auch aus dem Salmiak vermittelſt der Schwefelſäure und aus Kochſalz mittelſt der Salpeterſäure einen gewöhnlichen Salzgeiſt deſtilliren kann.

Die Kalkerde wird von der ſalzigten Säure unter einem Aufbrauſen ſehr leicht aufgelöſet, und die Verbindung gibt nach erfolgter Sättigung das Mittelſalz, die ſalzſaure Kalkerde (calx muriatica ſ. ſalita, murias calcis, muriate de chaux), welches einen ſehr bittern unangenehmen Geſchmack beſitzet, und auch den uneigentlichen Nahmen des Kalköls führet (oleum calcis). Dieſer Küchenſalzſaure Kalk findet ſich in der Natur in vielen Waſſern, und auch im Meerwaſſer und in verſchiedenen Salzſolen. Mit den übrigen abſorbirenden Erden bildet die ſalzigte Säure die ſalzſaure Talkerde (Bitterkochſalz), ſalzſaure Thonerde (Thonſalz), ſalzſaure Schwererde u. ſ. In allen dieſen Mittelſalzen aber iſt ihre Verbindung mit dem Grundtheile nur ſchwach, und läßt ſich ſelbſt durch andere Neutral- und Mittelſalze wieder trennen. Die wechſelſeitigen Zerſetzungen und neuen Verbindungen der kochſalzigten Mittelſalze mit den ſchwefelſauren und ſalpeterſauren Salzen machen einen eigenen und ziemlich verwickelten Theil der Lehre von den Salzen aus, der beſondere Erſcheinungen zeiget, und zu manchen für die Ausübung brauchbaren Bereitungsarten Veranlaſſung gibt.

Die Zerſetzung des ſalzſauren Kalkes durch kohlenſaures feuerbeſtändiges Alkali zeigt eine Erſcheinung, welche man ſonſt das chemiſche Wunderwerk nannte, indem durch Zu-

 ſammen-

ſammengießung zweyer Flüſſigkeiten zuerſt eine gallertartige Gerinnung und endlich ein feſter Körper entſtehet. Wenn nämlich kohlenſaures feuerbeſtändiges Alkali und ſalzſaurer Kalk in ſo wenigem Waſſer, als möglich, aufgelöſet, und nun im gehörigen Verhältniſſe mit einander vermiſchet werden, ſo verbindet ſich die Kohlenſäure des Alkali mit der Kalkerde zu rohem Kalk (m. ſ. **Kalk**), und das Alkali ſelbſt bildet mit der ſalzigten Säure ein Kochſalz oder Digeſtivſalz, je nachdem es das mineraliſche oder vegetabiliſche Alkali iſt. Dieſe neuen Verbindungen ſind weit weniger auflöslich, als die vermiſchten Stoffe; ſie ſaugen daher das Waſſer ein, ohne daß es ihre Conſiſtenz hindert, und auf ſolche Art entſtehet eine feſte Miſchung aus ſalziger Kalkerde.

Die ſalzigte Säure löſet die Metalle weit ſchwerer auf, als die übrigen mineraliſchen Säuren. Das Silber und Queckſilber im reguliniſchen Zuſtande löſet ſie nicht auf; mit dem Silber- und Queckſilberkalke hingegen hat es eine größere Verwandtſchaft als die Salpeterſäure; daher ſchlägt ſie beym Zugießen derſelben das Silber und Queckſilber aus der Auflöſung in Salpeterſäure nieder, und bildet auf ſolche Art mit dem Silber ein weißes Salz, welches ſchon in gelinder Hitze in einem Arzeneyglaſe zu einer bräunlich grauen halbdurchſichtigen Subſtanz ſchmelzet, die hornartig iſt, und daher den Nahmen **Hornſilber** (luna cornua) erhalten hat.

Die ſalzigte Säure greift das Gold und Platinum für ſich gar nicht an, in Verbindung mit der Salpeterſäure aber werden dieſe Metalle ſehr leicht aufgelöſet. M. ſ. **Königswaſſer**. Zinn, Bley, Kupfer, Eiſen, Zink und Wismuth löſet dieſe Säure ziemlich leicht, den Spiesglaskönig aber ſchwerer auf. Mit dem Bley bildet ſie das ſo genannte **Hornbley**, und mit dem Spiesglaskönig in Verbindung mit dem Queckſilberſublimat durch eine Deſtillation die **Spiesglasbutter**. Bey den Auflöſungen der Metalle in dieſer Säure entſtehet zwar Aufbrauſen mit Hitze und Entwickelung vom brennbaren Gas, aber weit geringer als bey den übrigen mineraliſchen Säuren. Mit denjenigen Metal-

len aber, welche ſie am ſchwerſten auflöſet, geht ſie nachher eine innige Verbindung ein, verflüchtiget ſelbige zugleich beym Deſtilliren und Sublimiren, und bildet damit ſehr ätzende Salze, wovon der ätzende Queckſilberſublimat und die Spiesglasbutter Beyſpiele ſind. Die meiſten dieſer Auflöſungen geben einen knoblauchähnlichen Geruch von ſich, wie ſonſt der Arſenik und Urinphosphor zu thun pflegen. Alle dieſe Eigenſchaften der ſalzigten Säure werden nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme aus der verſchiedenen Verwandtſchaft des Sauerſtoffs der ſalzigten Säure zu den verſchiedenen Metallen hergeleitet. Diejenigen Metalle nämlich, welche von der ſalzigten Säure gar nicht angegriffen werden, können nicht bis auf den hinreichenden Grad durch dieſe Säure geſäuret werden, und ſo kann keine Auflöſung Statt finden. Bey denjenigen Metallen aber, welche dieſe Säure angreift, verbindet ſich der Sauerſtoff der Säure mit ſelbigen, wobey zugleich das zur Bildung der ſalzigten Säure in tropfbarer Geſtalt nöthige Waſſer in ſeine Beſtandtheile zerleget wird, ſo daß der Sauerſtoff desſelben die Auflöſung der Metalle noch mehr befördert, und der nunmehr frey gewordene Waſſerſtoff mit der Wärme als brennbares Gas entweicht. Nach dem phlogiſtiſchen Syſteme hingegen ſtrebt ſich die metalliſche Grundlage mit der ſalzigten Säure zu vereinigen, zu gleicher Zeit aber ſtrebt auch dieſe Verbindung Sauerſtoff aufzunehmen, welches ſie dem Waſſer entzieht, und dieß zerlegt, was durch die Verwandtſchaft des Waſſerſtoffs desſelben zum Brennſtoff des Metalles befördert wird. Daher entſteht eine Auflöſung des metalliſchen Kalkes in der Säure, und der Waſſerſtoff entweicht in Verbindung mit dem Brennſtoff des reguliniſchen Metalls durch Hülfe des Wärmeſtoffs als brennbares Gas.

M. ſ. Gren ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. I. Halle 1794. 8. §. 743 u. f. Girtanner Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin 1795. 8. S. 154 u. f.

Salzſäure, dephlogiſtiſirte (acidum ſalis dephlogiſticatum, acide marin déphlogiſtiqué). Das Radikal der im vorhergehenden Artikel abgehandelten ſo genannten phlogiſtiſirten Säure läßt ſich noch mit mehrerem Sauerſtoff verbinden, und erſcheinet dann in einem andern Zuſtande, von andern Verhältniſſen und Eigenſchaften, es wird nun zur vollkommneren Säure, welche nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme als eine mit Sauerſtoff überſättigte Salzſäure angeſehen wird. Dieſe Säure heißt eben nach dem phlogiſtiſchen Syſteme die **dephlogiſtiſirte Salzſäure**, und nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme **oxygenirte, überſaure Salzſäure** (acidum muriaticum oxygenatum, acide muriatique oxygené). Herr **Gren** erinnert aber mit Recht, daß man dieſe Säure fälſchlich als mit Sauerſtoff überſättigt anſieht, und nennt ſie daher **Salzſäure** (acidum muriaticum).

Herr **Scheele** *) war der erſte, welcher über das Verhalten der Salzſäure Licht verbreitete. Nach dem damahligen herrſchenden Syſteme unterſcheidete er die gewöhnliche Salzſäure von der dephlogiſtiſirten darin, daß jene das Phlogiſton als einen wirklichen Beſtandtheil enthalte, daß man ihr dieſes entziehen oder dephlogiſtiſiren, und die dephlogiſtiſirte Säure durch die Wiedergabe des Phlogiſton in die gewöhnliche wieder verwandeln könne. Die neuern Entdeckungen haben nun freylich gezeiget, daß der Hauptunterſchied der phlogiſtiſirten und dephlogiſtiſirten Salzſäure nicht allein von dem Brennſtoffe, ſondern vorzüglich von dem verſchiedenen Grade des aufgenommenen Sauerſtoffs abzuleiten ſey.

Zur Bereitung der dephlogiſtiſirten Salzſäure bedient man ſich des Braunſteins, welcher ſehr vielen Sauerſtoff enthält, und ihn an die phlogiſtiſirte Salzſäure ſehr leicht abgibt. Man ſchüttet davon gepulvert einen Theil in eine Retorte, gießt drey Theile concentrirte ſalzigte Säure darauf,

*) Vom Braunſtein und deſſen Eigenſchaften in den ſchwed. Abhandl. v. J. 1774. S. 89. auch in Crells neueſten Entdeckungen in der Chemie. Th. I. S. 126 u. f.

auf, legt ſie in ein Sandbad, bringt ſie mit der pnevmatiſchen Wanne, welche mit heißem Waſſer gefüllt iſt, in Verbindung, und erhitzt ſie gelinde. Es entſteht eine Art von Aufbrauſen, und es entwickelt ſich nach der atmoſphäriſchen Luft eine elaſtiſche Flüſſigkeit von einer blaßgelben Farbe, welche man in Gläſern mit eingeriebenen Stöpſeln auffängt.

Dieſe erhaltene elaſtiſche Flüſſigkeit iſt kein Gas, wie man ſonſt wohl glaubet, ſondern ein bloßer Dampf, der, wie Hr. Karſten [α]) zuerſt entdecket hat, bey einer Verminderung der Temperatur, die kaum an den Gefrierpunkt reicht, zu einer feſten ſpießigten Subſtanz gerinnet, welche durch die Wärme wieder zur elaſtiſchen Flüſſigkeit wird. Herr Weſtrumb [β]) hat dieſe Gerinnbarkeit vom Braunſteine abgeleitet, welchen dieſe Flüſſigkeit aufgelöſet enthält, und mit verflüchtiget hat. Eben dieſe elaſtiſche Kochſalzſäure beſitzet einen ungemein ſtechenden und erſtickenden Geruch, tödtet hineingebrachte Thiere ſehr ſchnell, und iſt ganz und gar irreſpirabel, wird vom Waſſer nach und nach eingeſogen, und bildet nun damit liquide Salzſäure. Man kann ſie auch nicht durch Queckſilber ſperren, weil ſie dieß auflöſet, ſondern nur in Gläſern mit eingeriebenen Stöpſeln aufbewahren. Sie röthet nicht nur erſt blaue Pflanzenpigmente, ſondern zerſtöret ihre Farbe ganz, ſo wie alle Pflanzenfarben. Alle bunte Blumen und grüne Blätter werden darin mit der Zeit weiß und ungefärbt. Die verlorne Farbe läßt ſich durch kein Alkali wieder herſtellen. Eine brennende Wachskerze brennt in der dephlogiſtiſirten Salzſäure fort, obgleich mit verminderter und dunkelerer Flamme. Phosphor, Kohle, Zinnober, graues Spiesglanzerz, Spiesglanz, Wismuth, Zink und andere verbrennliche Körper mehr, fein gepulvert in die bis auf 60 bis 70 Grad nach Fahrenheit erwärmte elaſtiſche Salzſäure geſchüttet, entzünden ſich darin ſogar von

 ſelbſt,

α) Phyſiſch-chemiſche Abhandl. Halle 1786. Heft II. S. 151 f.

β) Crells chemiſche Annalen 1790. B. II. S. 49 f.

ſelbſt, wie Herr **Weſtrumb** [α]) entdecket hat. Er nennt ſie dieſerwegen auch **zündendes Salzgas.** Auch iſt es dem Herrn **Scherer** [β]) gelungen, Goldblättchen ſich darin entzünden und mit einer purpurrothen Flamme brennen zu ſehen. Ueberhaupt wirkt ſie auf verbrennliche Körper mit beträchtlicher Kraft und verändert ſie.

Wegen der Eigenſchaft dieſer Säure, die Farben zu zerſtören, hat man ſie in den neuern Zeiten zum Bleichen der leinenen und baumwollenen Zeuge mit Vortheil ſelbſt im Großen anzuwenden geſuchet, wozu der Herr **Bertholet** die erſte Idee angab, und einen eigenen Apparat, dieſe Säure in großen Quantitäten zu gewinnen, vorſchlug [γ]). Die Theorie des Bleichens nach dem neuern Syſteme hat Herr **Girtanner** [δ]) vorgetragen, und dabey bemerket, daß die Methode, mit dephlogiſtiſirter Kochſalzſäure zu bleichen, mit dem glücklichſten Erfolge in Schottland, England, Frankreich und der Schweiz bereits ausgeführet ſey. Noch mehrere Nachrichten von dem Bleichen mittelſt der dephlogiſtiſirten Salzſäure findet man bey Herrn D. **Tenner** [ε]). In dieſer Säure werden gelb gewordene Kupferſtiche gebleicht ſchöner weiß, als ſie neu waren; zugleich verſchwinden alle Dintenflecke. Alte gedruckte Bücher, welche durch die Zeit gelb geworden ſind, können ſo gebleicht werden, daß das Pappier weißer wird, als daſſelbe jemahls vorher geweſen war. Auch iſt dieſe Säure das beſte Mittel, um angeſteckte Sachen oder Oerter von der Anſteckung zu reinigen, und ſie unſchädlich zu machen.

Brenn-

α) Neue Bemerkungen über einige merkwürdige Erſcheinungen durch die dephlogiſtiſirte Salzſäure in Crells chem. Annal. 1790. B. I. S. 3 f. S. 109 f.

β) Grens Journal der Phyſik. B. VIII. S. 375 f.

γ) Annales de chemie Tom. II. 1780. p. 151. überſ. in Grens Journal der Phyſik. B. 1. S. 328 f. 482 f.

δ) Anfangsgründe der antiphlogiſt. Chemie. Berlin 1795. 8. S. 179.

ε) Anleitung, vermittelſt der dephlogiſtiſirten Salzſäure zu jeder Jahreszeit vollkommen weiß, geſchwind, ſicher und wohlfeil zu bleichen. Leipz. 1793. 8. dritte Aufl. 1799. 8.

Brennbares Gas gibt mit elaſtiſcher Salzſäure ein Gemiſch, das ſich entzünden läßt; das Produkt des Verbrennens iſt wäſſerigte ſalzigte Säure. Auch der Schwefel zerleget die Salzſäure, verwandelt ſie in ſalzigte Säure, und wird ſelbſt zur Schwefelſäure. Geſchwefeltes Waſſerſtoffgas wird davon auf eine ähnliche Art afficiret, als von Lebensluft; es ſcheidet ſich Schwefel ab, und die dephlogiſtiſirte Salzſäure wird zur phlogiſtiſirten. Salpetergas bringt mit elaſtiſcher Salzſäure ſogleich röthliche Nebel zuwege, und es bilden ſich ſalpetrigte Säure und phlogiſtiſirte Salzſäure. Stickgas ſcheint keine Wirkung auf die Salzſäure zu haben; aber Ammoniakgas bringt mit der erwärmten elaſtiſchen Salzſäure eine Art von Verbrennung zuwege; das Ammoniak wird ganz zerſetzt; es erzeugt ſich Stickgas, Waſſer und phlogiſtiſirte Salzſäure.

Uebrigens greift die dephlogiſtiſirte Salzſäure alle Metalle, und ſelbſt diejenigen an, welche ſich ohne vorhergehende Auflöſung oder Verkalkung mit der phlogiſtiſirten Salzſäure nicht verbinden laſſen.

Die Neutral- und Mittelſalze, welche aus der Verbindung dieſer Säure mit Alkalien und Erden entſpringen, unterſcheiden ſich weſentlich von den ſalzigtſauren. 1. Das ſalzſaure Gewächsalkali (potasſinum muriaticum, muriate de potaſſe oxigené) bildet flache ſechsſeitige prismatiſche, an den Enden zugeſchärfte Kryſtalle, welche luftbeſtändig ſind, einen kühlenden ſalzigen Geſchmack beſitzen, ſich im kochenden Waſſer in größerer Menge auflöſen laſſen, als im kalten, auch die zerſtörenden Wirkungen der dephlogiſtiſirten Salzſäure auf Pflanzenfarben beſitzen, in der Hitze ſehr reine Lebensluft entwickeln, und dann zu ſalzigtſaurem Gewächsalkali werden. Mit Kohlenſtaub vermengt, und in einen glühenden Schmelztiegel getragen bewirkt das Salz eine heftige Verpuffung; eben ſo auch mit Schwefel. Mit Phosphor zuſammengerieben macht es eine gefährliche Exploſion. 2. Das ſalzſaure Mineralalkali (natrum muriaticum, muriate de ſoude oxigené) iſt dem vorigen in

 ſeinem

ſeinem Verhalten ähnlich. Auch will der Herr van Mons ſalzſaures Ammoniak erhalten haben, wiewohl ſonſt das Ammoniak durch die dephlogiſtiſirte Salzſäure zerſetzt wird. Die Verbindungen dieſer Säure mit den Erden oder die Mittelſalze kennt man zur Zeit noch nicht hinreichend.

Das antiphlogiſtiſche Syſtem erklärt die Entſtehung der dephlogiſtiſirten Salzſäure aus der gewöhnlichen oder phlogiſtiſirten durch die Deſtillation über Braunſtein ſo: die gemeine Salzſäure entreißt dem Braunſteine den Sauerſtoff, wird dadurch flüchtig, und geht in der Hitze als elaſtiſche Flüſſigkeit über. Hiernach beſteht alſo dieſer Dampf aus Wärmeſtoff, Sauerſtoff und aus der ſäurebaren Grundlage der Salzſäure. Dieſe Zuſammenſetzung der dephlogiſtiſirten Salzſäure ſucht man durch viele Verſuche zu erweiſen. Wenn man z. B. aus dem Braunſtein vorher durch Hitze die Lebensluft ausgetrieben hat, ſo wird man hernach, wenn man Salzgeiſt über denſelben deſtillirt, eine weit geringere Menge dephlogiſtiſirte Salzſäure erhalten, als wenn man den rohen Braunſtein dazu gebraucht hätte. Gießt man dephlogiſtiſirte Salzſäure auf Queckſilber, ſo wird deſſen Oberfläche ſchwarz gefärbt, und in eine ſchwarze Queckſilberhalbſäure verwandelt; die dephlogiſtiſirte Salzſäure hat hingegen alle Eigenſchaften der gewöhnlichen Kochſalzſäure angenommen. Setzt man endlich dephlogiſtiſirte Kochſalzſäure dem Sonnenlichte aus, ſo entwickelt ſich Sauerſtoffgas, und es bleibt phlogiſtiſirte Salzſäure zurück.

Die ſtarken Wirkungen der dephlogiſtiſirten Salzſäure auf die verbrennlichen Körper erklärt das antiphlogiſtiſche Syſtem dadurch, daß dieſe Körper bey einem gewiſſen Grade der Temperatur der dephlogiſtiſirten Salzſäure einen Antheil ihres Sauerſtoffs entziehen, und ſie dadurch in gemeine Salzſäure verwandeln; ſie verliert daher ihren elaſtiſchen Zuſtand, wobey eine Menge Wärme und Licht frey wird. Beym Ausſtellen des mit der Säure angeſchwängerten Waſſers an die Sonnenſtrahlen verbindet ſich der Wärmeſtoff mit einem Theile

ihres Sauerſtoffs, welcher nun als Lebensluft entweicht, und der Rückſtand wird gemeine Salzſäure.

Die ſtarke explodirende Kraft des aus dieſer Säure und dem Gewächsalkali verfertigten Neutralſalzes mit verbrennliche Dingen in der Hitze leitet **Lavoiſier** von der großen Menge des Wärmeſtoffs her, welchen die Säure auch bey der Sättigung mit Alkali noch gebunden zurück hält. Dagegen aber erinnert Herr **Richter**, daß das Verpuffen nicht von dem ſich ſchnell entwickelnden Wärmeſtoffe herzuleiten ſeyn könne, weil, wenn eine Säure mit einem Alkali in Neutralität trete, und ein trocknes Salz darſtelle, der Sauerſtoff der Säure, oder die Säure ſelbſt alle den Wärmeſtoff, welcher ihren Zuſtand beſtimmte, bereits abgeſetzt habe. Das Puffen und Knallen komme vielmehr von den entwickelten Stoffen her, welche ſich ſchnell in Gasgeſtalt ſetzen, mithin ſich geſchwinder in einen großen Raum ausdehnen.

Gegen dieſe Theorie hat Herr **Weſtrumb** verſchiedene Einwendungen gemacht, welche man nebſt den Antworten darauf bey **Girtanner** findet. Unter andern ſind vorzüglich folgende zu bemerken:

Herr **Weſtrumb** ſagt, die dephlogiſtiſirte Salzſäure übertrifft in der Eigenſchaft, entzündete Körper brennend zu erhalten, die Lebensluft bey weitem. Sie entzündet ſelbſt Körper, welche die Lebensluft nur dann brennend erhalten kann, wenn man ſie ihr entzündet darbietet. Von dieſem großen Unterſchiede in den Eigenſchaften beyder Gasarten muß es eine Urſache geben. Dieſe Urſache aber kann nicht am Sauerſtoffe ſelbſt liegen, ſondern ſie muß ihren Grund in der großen Neigung der Säure zum Brennſtoff haben. Die Antwort iſt, der Sauerſtoff habe zum Wärmeſtoffe eine größere Verwandtſchaft, als zur Kochſalzſäure; er iſt alſo in dem Sauerſtoffgas in einer engern Verbindung als in der dephlogiſtiſirten Salzſäure, und läßt ſich daher von der Lebensluft ſchwerer trennen, als von der dephlogiſtiſirten Salzſäure.

Ent-

Enthielte ferner nach **Weſtrumb** die dephlogiſtiſirte Säure wirklich dephlogiſtiſirte Luft, ſo müßte man aus reiner Luft und gemeinem Salzgas dephlogiſtiſirtes zuſammenſetzen können. Nie wird man aber ſo dephlogiſtiſirte Salzſäure bilden, man wähle auch eine Proportion beyder Stoffe, welche man will. Die Antwort iſt, weil der Sauerſtoff eine größere Verwandtſchaft zum Wärmeſtoffe, als zu der Salzſäure hat, und daher nicht jenen verläßt, um mit dieſer eine Verbindung einzugehen.

Endlich, ſagt Herr **Weſtrumb**, würde zur Bildung der dephlogiſtiſirten Salzſäure durchaus Sauerſtoff, oder reine Luft erfordert, ſo könnte der lange in verſchloſſenen Gefäßen geglühete und ſeiner Lebensluft beraubte Braunſtein keine dephlogiſtiſirte Säure mit Salzgeiſt geben. Hierauf wird geantwortet, man könne aus dem Braunſtein nie alle Lebensluft heraustreiben; auch erhalte man aus dem ausgeglüheten Braunſtein nur äußerſt wenig dephlogiſtiſirte Salzſäure, und dieſe ſey dem zurückbleibenden Sauerſtoffe zuzuſchreiben.

Nach Herrn **Gren** ſind die Erklärungen der Antiphlogiſtiker darin unvollſtändig, daß ſie bey den freywilligen Entzündungen in der dephlogiſtiſirten Salzſäure kein Genüge thun. Wenn auch gleich bey dem gewöhnlichen Verbrennen das Licht aus der Luft komme, ſo müßte es hier aus der Säure kommen. Aber dabey entſteht die Frage: hat denn die Säure den Lichtſtoff aus dem Braunſteine oder aus der gemeinen Salzſäure erhalten? Dieſe Frage kann das antiphlogiſtiſche Syſtem nicht beantworten; nach der Lehre vom Brennſtoffe aber kann dieſe Lücke ausgefüllt werden. Die phlogiſtiſirte Salzſäure nämlich, wenn ſie über Braunſtein abgezogen wird, nimmt nicht allein noch mehr Sauerſtoff auf, ſondern ſie überläßt auch ihren Brennſtoff an den Braunſtein. Es beſteht alſo der Dampf der dephlogiſtiſirten Salzſäure aus Wärmeſtoff, Sauerſtoff und ſalzſaurer Grundlage. Werden bey einem hinlänglichen Grade der Wärme gewiſſe entzündliche Körper hineingebracht, ſo verbindet ſich ein Antheil von Sauerſtoff der dephlogiſtiſirten

Salz-

Salzſäure mit der Grundlage dieſer verbrennlichen Subſtanzen, und der Sauerſtoff der letztern mit dem Wärmeſtoffe der erſtern. Es entſteht Feuer, die dephlogiſtiſirte Salzſäure wird zerſetzt, und durch gleichzeitige Phlogiſtiſirung wieder zur gemeinen. Wenn man das mit dephlogiſtiſirter Salzſäure angeſchwängerte Waſſer dem Sonnenlichte ausſetzt, ſo verbindet ſich der Brennſtoff mit der ſalzſauren Grundlage, und bildet gemeine Salzſäure; der Sauerſtoff hingegen tritt mit dem Wärmeſtoffe zuſammen als Lebensluft aus. Miſcht man Salpetergas und dephlogiſtiſirte Salzſäure zuſammen, ſo entzieht das erſtere der letztern einen Antheil Sauerſtoff, und wird Salpeterſäure; die letztere nimmt dagegen den Brennſtoff des Salpetergas auf, und wird gemeine Salzſäure.

M. ſ. Gren ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie Th. I. Halle 1794. 8. §. 820 f. deſſen Grundriß der Chemie Th. I. Halle 1797. 8. §. 567 u. ſ. Girtanner Anfangsgr. der antiphlogiſt. Chemie. Berlin 1795. 8. S. 154 f.

Salzſaure Luft ſ. **Gas, ſalzſaures.**

Salzprobe, Salzſpindel, Salzwage ſ. **Aräometer.**

Sammlungsglas ſ. **Linſengläſer.**

Sand (arena, ſable). Dieſen Nahmen führen alle Arten von Steinen in ſehr feine Theile zertheilt, welche angehäuft bey einander liegen. Es gibt ſo viele Arten von Sand, als es Arten von Steinen gibt; außerdem aber findet man auch noch andere Arten von Sand, welche aus Gemengen von verſchiedenen Steinarten beſtehen. So hat man kieſichten, kalkartigen, glimmerartigen, metallhaltigen Sand u. ſ. f. Gewöhnlich wird jedoch unter dem Sande die Anhäufung der härtern kieſelartigen Steine verſtanden, welche nicht ſo leicht in ſo kleine Theile zertheilt werden können, daß ſie mehr dem Staube oder der Erde, als dem Sande gleichen.

Auf der Oberfläche der Erde und auch in gewiſſen Tiefen derſelben beym Eingraben findet man allenthalben ganze Schichten oder Lagen von Sand. Es gibt in ſehr vielen Gegenden

genden ungeheure große Ebenen, welche überall mit Sande bedeckt ſind. Eine der größten Sandebenen, die man kennt, iſt die Mauritaniſche; ſie fängt bey Alexandria, an den Ufern des mittelländiſchen Meeres, an, und ſteigt gegen Süden längs dem Theile von Egypten bis an die abyſſiniſche Grenze, empor, von hier erſtreckt ſie ſich bey der nämlichen Breite durch die Wüſten Sahara und Biladugerid, bis über den Berg Atlas hinaus. In Europa finden ſich nicht ſo viele ſandige Gegenden; indeſſen trifft man dergleichen an einigen Orten in Deutſchland, z. B. in der Mark Brandenburg, im Hannöverſchen und Hollſteiniſchen, um Hamburg herum, im Bayreuthiſchen u. ſ. f. an. Holland aber iſt vörzüglich reichlich von der Natur mit Sande verſehen worden.

Der Sand wird entweder von den Flüſſen oder von dem Meere abgeſetzt. Die Flüſſe nehmen dergleichen mit ſich von den Bergen herab, und ſetzen ihn alsdann durch Ueberſchwemmungen u. ſ. f. auf die Ebenen wieder ab. Der meiſte Sand mag aber wohl aus dem Meere abſtammen; dieſe Vermuthung erhält beſonders dadurch ſehr viel Wahrſcheinlichkeit, weil dergleichen Sandebenen eine große Menge Kochſalz enthalten, und darin zuweilen Muſchelſchalen angetroffen werden; ja ſelbſt die oft ſehr mächtigen Sandſchichten in der Erde ſcheinen als Bodenſätze von dem daſelbſt befindlichen Meere herzurühren. Alle dieſe ſandige Gegenden nämlich haben wahrſcheinlich ehedem unter Waſſer geſtanden, welches, als es ſich zurückgezogen hat, die ungeheuere Menge Sand auf dem feſten Lande zurückließ. Daß die meiſten Sandebenen in Europa kein Salz enthalten, mag wohl daher kommen, daß es vom Regenwaſſer gleichſam ausgewaſchen worden, welches das Salz aufgelöſet und weggeführt hat. In den warmen Ländern aber kann dieß wegen des nicht ſo häufigen Regenwetters und der ſehr ſchnellen Verdünſtung des herabgefallenen Waſſers nicht Statt haben. Uebrigens mögen auch wohl einige Sandebenen in Europa durch Flüſſe hervorgebracht worden ſeyn. Wird nun aber die Frage aufgeworfen, woher das Meer allen dieſen Sand hergenommen habe?

ſo läßt ſich darauf folgendes antworten: es iſt der Sand von quarzartiger Beſchaffenheit, und es ſcheinet alſo, daß er ſeinen Urſprung vom zerſtörten Granit, Porphyr und andern Steinen der urſprünglichen Gebirge habe; alle Flüſſe, welche auf ſolchen Gebirgen entſpringen, wie z. B. der Rhein, die Loire, Garonne u. ſ. machen nach und nach die Steine klein und rund, oder verwandeln ſie in Sand, und reiſſen ſie mit ſich in den Schooß des Meeres fort. Man kann alſo annehmen, daß aller dieſer auf dem feſten Lande abgeſetzte, oder noch auf dem Boden des Meeres liegende Sand von zerriebenen Bruchſtücken urſprünglicher Gebirge herſtammt. Der Feldſpath, der Glimmer, der Turmalin, die Hornblende und andere Gemengtheile dieſer Felsſteine haben ſich zerſetzt, und ihre Beſtandtheile, die Thonerde und die übrigen einfachen Erden haben ſich mit den Ueberreſten der organiſirten Weſen vermiſcht, um ſo die Gebirgslagen von zweyter Entſtehung zu bilden, der Quarz aber, welcher bey weitem nicht ſo leicht, als jene Gemengtheile, zerſtört wird, iſt durch die Waſſerſtröme in den Schooß der Meere übergeführt, und hier in Quarzſand verwandelt worden. Ein Theil des durch die Wäſſer abgeſetzten Sandes hat auch in der Folge, nachdem ſich das Waſſer zurückgezogen hatte, an andere Orte gebracht werden können; denn die Winde treiben oft erſtaunliche Sandmaſſen von einem Orte zum andern, ſo daß ſogar nach den Berichten der Reiſebeſchreiber ganze Gegenden damit bedeckt und zahlreiche Geſellſchaften von Reiſenden darunter begraben werden. Dieſe Ereigniſſe finden beſonders bey dem feinſten Sande, den man **Staubſand** oder **Flugſand** nennt, Statt. Auf dem Boden der Flüſſe iſt ſolcher Sand oft ſo fein, daß das Waſſer mit ihm eine breyartige Maſſe, den **Triebſand**, bildet, welcher den Badenden ſo gefährlich iſt, indem ſie keinen feſten Fuß darin faſſen können. Die Meereswellen häufen den feinen Sand an den Ufern zu beträchtlichen Hügeln an, welche **Dünen** genannt werden. Auch bilden die Ströme und Flüſſe aus dem Sande des Meeres die **Sandbänke**, welche den Schiffern ſo gefährlich ſind.

Ferner

Ferner lehrt uns die ſtets wirkende Natur, daß der Sand durch chemiſche Einwirkung von eindringender Feuchtigkeit und anderer Bindungsmittel in den ſo genannten **Sandſtein** (lapis arenaceus) verwandelt wird. Daher auch die aufgeſetzten Berge der dritten Ordnung größtentheils aus Sandſteinſchichten beſtehen. M. ſ. **Berge**. Dieſer Sandſtein, welcher bekannter Maßen ſo häufig gebraucht wird, iſt nach Beſchaffenheit des Sandes, aus welchem er entſtand, verſchieden. So gibt es feinkörnige, grobkörnige u. ſ. Sandſteine.

Uebrigens gebraucht man den Sand zu ſehr vielen nützlichen Abſichten z. B. zu Bereitung des gewöhnlichen Mauermörtels mit gelöſchtem Kalke, zur Verfertigung des Glaſes mit Aſche oder Gewächsalkali zuſammengeſchmolzen, zum Ziegelbrennen und zur Bereitung der Fayence mit Lehmen oder Thon vermiſcht u. dergl. Ueberdem iſt er beſonders bey Deſtillationen aus gläſernen Gefäßen ſehr brauchbar, weil er die ihm einmahl mitgetheilte Hitze lange Zeit erhält, und dem Flüſſigen in dem gläſernen Gefäße von allen Seiten gleichförmig abgibt; dieſe Veranſtaltung wird auch in der Chemie das **Sandbad** genennt. Außerdem wird er gebraucht zu Formen verſchiedener Gußwerke, zum Scheuren und Reinigen der Oberflächen der Körper, zur Verbeſſerung des ſumpfigten und torfigten Bodens u. ſ. ſ.

M. ſ. de la **Metherie** Theorie der Erde. A. d. Franz. Th. II. S. 214 f.

Satelliten ſ. **Nebenplaneten**.

Saturn (ſaturnus, ſaturne) iſt einer von den ſo genannten Irrſternen oder Planeten, welche außer der allen Sternen gemeinſchaftlichen täglichen Bewegung von Morgen gegen Abend noch eine eigene von Abend gegen Morgen beſitzen, und daher ihre Lage gegen die übrigen Fixſterne täglich ändern. Saturn iſt an ſeinem etwas matten ins röthliche fallende Licht, welches an Stärke, ſelbſt, wenn er der Sonne gegenüber ſtehet, und am hellſten ſcheinet, die Fixſterne erſter Größe nur wenig übertrifft, kennbar. Seine

Bewe-

Bewegung, welche von Abend gegen Morgen, und ſehr nahe in der Ebene der Ecliptik vor ſich gehet, iſt ähnlichen Ungleichheiten, wie die Bewegungen des Jupiters und Mars unterworfen. Sie fängt an und hört auf rückläufig zu ſeyn, wenn der Planet vor und nach der Oppoſition ungefähr 108° von der Sonne entfernt iſt. Die Dauer dieſes Rücklaufs iſt etwa 139 Tage. Mit dieſen Abwechſelungen ſeines ſcheinbaren Laufs umläuft er den ganzen Himmel erſt in ungefähr 30 Jahren.

Nach der theoriſchen Aſtronomie gehört Saturn zu den obern Planeten, deren Bahnen größer als die Erdbahn ſind, und daher die Erdbahn einſchließen. Von der Sonne aus gerechnet, iſt er der ſechste Planet. Die Ebene ſeiner Bahn um die Sonne liegt nicht genau in der Ebene der Ecliptik, ſondern ſchneidet dieſe unter einen Winkel von 2° 30′ 20″.

Nimmt man die Entfernung der Erde von der Sonne = 1 an, ſo beträgt nach de la Lande ſeine größte Entfernung von der Sonne 10,07147 und ſeine kleinſte 9,00727, und ſo verhalten ſich alſo beyde Entfernungen zu einander ſehr nahe wie 10 : 9. Die mittlere Entfernung des Saturn von der Sonne iſt 9,53937. Daher läßt ſich ſeine Bahn ohne merklichen Fehler als einen Kreis um die Sonne darſtellen, deſſen Halbmeſſer 9½ Mahl größer iſt als der Halbmeſſer der Erdbahn. Dieſe Bahn durchläuft er in 10749 Tag. 7 Stund. 21 Minuten 50 Sekunden, oder etwa in 29 gemeinen Jahren 164⅓ Tagen, ſo daß er im Durchſchnitte jährlich 12° 13′ 32″ und täglich 2′ 0″ 25‴ ſeines Kreiſes zurücklegt. Wenn hiermit die Größe ſeines Kreiſes verglichen wird, ſo findet man durch eine leichte Rechnung, daß Saturn in jeder Zeitſekunde 2¼ Stunden Weges zurücklegt.

Von der Umdrehung dieſes Planeten um eine eigene Axe wußte man noch vor wenigen Jahren wenig Zuverläſſiges zu beſtimmen. Herr Kant *) trug im Jahre 1755 eine Hypotheſe

*) Allgemeine Naturgeſchichte und Theorie des Himmels. Königsb. und Leipz. 1755. 8. S. 74 u. f.

theſe über die Entſtehung des Saturnusringes vor, wobey er die Umdrehungszeit des Ringes nach den Kepleriſchen Regeln ſo berechnet hat, wie man die Umlaufszeit eines Trabanten aus ſeiner Entfernung ſuchet, wenn die Umlaufszeit und Entfernung eines andern Trabanten bekannt ſind. Er glaubte hieraus auf die Umwälzung des Saturns ſelbſt ſchließen zu können, indem er vorausſetzte, daß die Geſchwindigkeit im Innern des Ringes der Geſchwindigkeit im Aequator des Planeten gleich ſey. Und hiernach fand Kant die Zeit der Umwälzung des Saturnus um ſeine Axe auf 6 Stunden 23 Minuten 53 Sekunden. Allein dieſe vom Herrn Kant ganz willkührlichen Vorausſetzungen, die ſich weder auf Beobachtungen noch auf irgend eine bekannte Theorie gründeten, konnten keinesweges etwas Zuverläſſiges gewähren. Herr Bugge in Kopenhagen *) berechnete ſeine Umdrehungsgeſchwindigkeit aus der beobachteten Abplattung. Aus einem Mittel von 120 Beobachtungen glaubte er das Verhältniß ſeiner Axe zum Durchmeſſer des Aequators wie 100 : 148 oder faſt wie 2 : 3 ſetzen zu können, und berechnete daraus die Umdrehungszeit auf 6 Stunden, oder nach einem Durchſchnitte aus mehreren auf verſchiedene Art geſuchten Reſultaten 6 Stunden 5 Minuten 5 Sekunden, welches mit der Kantiſchen Berechnung eine ſehr große Uebereinſtimmung war. Weil ſich dieſe Berechnung auf keine willkührliche Vorausſetzung, wie Kant angenommen hatte, gründete, ſo glaubte man in Kants Angabe eine Vorherſagung zu erblicken, welche ſich nach mehr als 30 Jahren durch Beobachtung beſtätiget habe. Aus einer ganz andern Beobachtung aber, wornach man das Verhältniß der Axe zum Durchmeſſer des Aequators wie 15,855 : 18 12 gefunden hatte, gab Henry Uſcher β) die Umlaufszeit des Saturnus ganz anders an. Nach den Angaben Newton's in ſeinen Principien fand er ſie 10 Stunden 12 Minut. 30 Sekunden; und nach

*) Nye Samling af der kongel. Danske Videnskabers Selskabs Skrifter Th. IV. H. 2. N. 4 in Bodens aſtron Jahrb. für 1789.

β) Transact. of the Royal Iriſh Academy for 1789.

nach der Dichte des Saturnus durch eine Angabe des de la Lande, 10 Stund. 44 Minut. 30 Sekund. Aus noch einer andern Beobachtung Herrn Herſchels vom 14. Sept. 1789, nach welcher ſich die Axe des Saturnus zum Durchmeſſer ſeines Aequators wie 20,61 : 22,81 oder beynahe wie 10 : 11 verhält, fand Herr Wildt [α]) in Göttingen die Umdrehungszeit des Saturnus nach Newton's Angaben auf 11 Stund. 17 Minuten 8 Sekund., und nach Klügels Verhältniß der Erddurchmeſſer, 12 Stund. 31 Minut. 20 Sek. Aus noch andern Beobachtungen des Herrn Calandrello zu Rom vom Auguſt bis Decemb. 1789, nach welchen der Durchmeſſer des Aequators 16″,1 und die Axe 13″,3 ſich ergaben, würde die Umdrehungszeit des Saturnus um ſeine Axe 11 Stunden 39 Minuten folgen [β]). Aus allen dieſen erhellet nun, daß aus den Beobachtungen über die Abplattung des Saturnus keine ſichern Data hergenommen werden können, um daraus über die Umdrehung etwas ſicheres zu beſtimmen. Daher dieſe Beobachtungen die Kantiſche Vermuthung im Grunde weder beſtätigen noch widerlegen.

Endlich aber entdeckte Herr Herſchel, welcher ſchon zuvor auf dem Saturn Streifen, wie die auf dem Jupiter, wahrgenommen hatte, aus deren Bewegung ſich eine Rotation nach eben der Richtung, wie bey den übrigen, ſchließen ließ, die Umdrehungsbewegung dieſes Planeten durch unmittelbare Beobachtungen. Er fand nämlich die Dauer dieſer Umdrehung nach einer ſehr guten Beobachtung 10 Stunden 16 Minut. 0,32 Sekund. Die Anzahl der Streifen auf der Oberfläche betrug nach ſeinen nachherigen Beobachtungen fünf; ſie ſchienen dem Aequator dieſes Planeten beynahe parallel zu ſeyn.

Saturn zeigt eine Erſcheinung, welche im Weltſyſtem einzig iſt. Dieſe beſteht nämlich in einem breiten Ringe

α) De rotatione annuli ſaturni comment. pars prior. Hanov. 1795. 4. §. 20.

β) Ephemerides aſtron. an. 1795. a *Franc. de Paula Triesnecker et Jo. Bürg* ſupputatae. Vien. 1794. 8. append. n. 1.

oder Reiſe, welcher den Saturn von ihm abgeſondert umgibt und von welchem der folgende Artikel umſtändlicher handeln wird. Der ſcheinbare Durchmeſſer des Saturnus, welcher von dem Durchmeſſer des Ringes zu unterſcheiden iſt, iſt wegen ſeiner groſſen Entfernung von der Erde beſtändig klein. Nach Herſchels Beobachtung vom 14. Sept. 1789, wornach der Durchmeſſer des Aequators 22″,81 und die Axe 20″,61 betrugen, hat Herr **Wildt** den ſcheinbaren Durchmeſſer desſelben im mittleren Abſtande von der Sonne = 20″,605 gefunden. In derjenigen Entfernung, in welcher ſich die Erde von der Sonne befindet, würde er etwa 9,54 Mahl größer, folglich unter einem Winkel von 3′ 16″,5 erſcheinen. Da nun in eben dieſer Entfernung der Durchmeſſer der Sonne 31′ 57″, mithin der Durchmeſſer des Saturnus etwa $9\frac{3}{4}$ Mahl kleiner als der der Sonne iſt, ſo folgt, daß der Durchmeſſer des Saturnus um $11\frac{2}{5}$ Mahl größer, als der der Erde, mithin ſein körperlicher Raum 1481 Mahl größer als der der Erdkugel iſt.

Nach Herrn **la Place** beträgt die Maſſe des Saturnus $\frac{1}{3359,40}$ von der der Sonne, und die Maſſe der Erde $\frac{1}{329801}$ von derſelben, mithin würde nach dieſer Beſtimmung Saturn ungefähr 98 Mahl mehr Maſſe als die Erde haben. Hiernach wäre alſo ſeine Dichtigkeit $\frac{98}{1481} = 0,066$ von der Dichtigkeit der Erde.

Wird die mittlere Entfernung der Sonne von der Erde in 1000 Theile getheilet, ſo iſt Saturn in der Sonnennähe um 9007 und in der Sonnenferne um 10071 ſolcher Theile von der Sonne entfernet. Seine kleinſte Entfernung von uns, wenn er der Sonne entgegengeſetzet und zugleich in der Sonnennähe, die Erde aber in der Sonnenferne iſt, kann 9007 — 1017 = 7990 ſolcher Theile; ſeine größte Entfernung hingegen, wenn er bey der Sonne geſehen wird und in der Sonnenferne, die Erde auch in der Sonnenferne iſt, kann 10071 + 1017 = 11088 Theile betragen. Es verhält ſich alſo hiernach Saturnus kleinſte Entfernung von uns zur

größten

größten beynahe wie 8 zu 11; daher ändert ſich auch ſein ſcheinbarer Durchmeſſer nur wenig.

Weil die Bahn des Saturnus unſere Erdbahn umſchließt, folglich dieſer Planet nie zwiſchen Erde und Sonne kommen kann, auch überdem ſelbiger jederzeit beynahe 10 Mahl weiter von der Erde entfernet iſt, als die Sonne, ſo kehret er nie einen Theil ſeiner dunkeln Seite gegen uns; und man kann an ihm keine Lichtveränderungen wahrnehmen. Indeſſen beweiſen andere Erſcheinungen z. B. die Verfinſterungen ſeiner Trabanten, und der auf ihm ſichtbare Schatten des Ringes, daß er ein für ſich dunkeler Körper ſey, welcher ſein Licht von der Sonne erhält.

Uebrigens wird Saturn von ſieben Trabanten begleitet, von welchen der Artikel, **Nebenplaneten**, handelt.

Von den Aſtronomen wird dieſer Planet mit ♄ bezeichnet.

Saturnusmonden, Saturnustrabanten ſ. **Nebenplaneten.**

Saturnusring (annulus ſaturni, anneau de ſaturne) iſt eine beſondere Erſcheinung am Saturn, welche von dem bewaffneten Auge als ein dieſen Planeten umgebender und mit ſelbigem nicht zuſammenhängender Ring wahrgenommen wird. Die fig. 42. zeigt ungefähr, wie man dieſe ſonderbare Erſcheinung erblicket, wenn man den Saturn von der Erde aus in den Zeichen der Zwillinge und des Schützen beobachtet. In den Zeichen der Jungfrau und der Fiſche verſchwindet dieſes Phänomen. Dieß Verſchwinden wird daher alle 15 Jahre ein Mahl erfolgen müſſen, weil binnen dieſer Zeit Saturn in ſeiner Bahn gerade 180 Grade oder 6 Zeichen fortrückt, folglich allezeit aus einem dieſer Zeichen in das andere kommt.

Vor Erfindung des Fernrohrs war dieſe Erſcheinung gänzlich unbekannt. Gleich nach Erfindung desſelben aber bemerkte Galiläi *) die ſonderbare Geſtalt des Saturns

*) Epiſtolae de iis, quae poſt edit. nuncii ſiderii ope perſpicilli noua et admiranda in coelo deprehenſa ſunt, praemiſſae dioptricae *Kepleri*. Auguſt. Vindel. 1611. 4.

wiewohl undeutlich; weil aber nachher der Ring verſchwunden war, und der Saturn völlig rund erſchien, ſo verfolgte er dieſe Beobachtung nicht weiter. Dreyßig Jahre darauf machte **Gaſſendi** hierauf aufmerkſamer, daß Saturn zuweilen zwey runde Körper bey ſich habe, die oft länglicht erſchienen, ſich auch von der Kugel des Planeten abſonderten u. ſ. w. **Riccioli** α) führet hiervon noch mehrere Beobachtungen an; er und ſein Gehülfe **Grimaldi** erblickten den Saturn gleichſam wie mit zweyen Henkeln verſehen. Noch genauer beobachtete dieſe Erſcheinung **Hevel** in Danzig β), und bemerkte zugleich ihre 15jährige periodiſche Abwechſelung; auch ſetzte er ſechs unterſchiedene Geſtalten derſelben feſt, ohne ihre Urſachen beſtimmen zu können. Endlich erklärte um das Jahr 1660 **Huygen** γ), nachdem er den Saturn mit Fernröhren von 12 bis 23 Fuß Länge beobachtet hatte, alle veränderliche Erſcheinungen des Saturns daraus, daß ein ziemlich breiter aber wenig dicker Ring in einem gewiſſen Abſtande mitten um die Kugel des Saturnus frey ſchwebe, welcher von allen Punkten ſeiner Oberfläche gleich weit entfernet ſey, eine beſtändige parallele Richtung nach einer Gegend des Himmels hinaus habe, und daß dieſer wie Saturn ſelbſt von der Sonne erleuchtet werde. Alle Beobachtungen der neuern Aſtronomen haben auch dieſes beſtätiget und genauer beſtimmt. Viele Beobachtungen des Saturnusringes ſind von **Maraldi** δ) angeſtellet, und eine Theorie ſeiner Erſcheinungen von **Heinſius** ε) entworfen worden.

Dieſer gegen die Ebene der Ecliptik um $31\frac{1}{2}°$ geneigte Ring zeigt ſich der Erde nie anders als ſchief unter der Geſtalt einer Ellipſe, deren Breite, wenn ſie am größten iſt, ungefähr die Hälfte ihrer Länge beträgt. Die ſcheinbare Breite dieſes Ringes iſt ſeiner Entfernung von der Oberfläche des

α) Almag. nov. p. 487. aſtron. reform. L. X. cap. 9.
β) Diſſ. de natiua ſaturni facie. Gedani 1656. Fol.
γ) Syſtema ſaturnium in Chr. *Hugenii* opp. Tom. III. imgl. Cosmotheor. L. II. §. 17.
δ) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1715. 1716.
ε) De apparentiis annuli Saturni. Lipſ. 1745. 4.

des Saturnus ungefähr gleich; eine wie die andere ſcheint dem dritten Theile vom Durchmeſſer dieſes Planeten gleich zu ſeyn; aber wegen der Irradiation muß die wahre Breite des Ringes kleiner ſeyn.

Zu verſchiedenen Zeiten erſcheinet Saturn ohne Ring völlig rund; einige Zeit darauf zeiget ſich der Ring zu beyden Seiten des Planeten, als eine gerade Linie, ſo wie ſolches die fig. 43. vorſtellet. Nach und nach wird dieſe Linie immer breiter, öffnet ſich endlich, und bildet ein Paar Henkel, welche nach $7\frac{1}{2}$ Jahren am weiteſten offen ſind, und gerade die Kugel, wie fig. 42., umfaſſen. Hierauf werden ſie nach und nach wieder enger, und der ganze Ring verſchwindet etwa nach 15 Jahren von ſeinem erſten Erſcheinen an gerechnet. Alsdann wird er von neuem ſichtbar, wendet ſich aber auf die andere Seite, wo er abermahls nach $7\frac{1}{2}$ Jahren am meiſten offen iſt, und etwa nach 30 Jahren von der erſten Entſtehung an wiederum verſchwindet. Während dieſer Zeit hat Saturn gerade ſeinen Umlauf um den Himmel ein Mahl vollendet, und bey ſeinem folgenden Umlaufe erſcheinen alle dieſe Veränderungen in der nämlichen Ordnung wieder.

Dieſe angeführten abwechſelnden Erſcheinungen laſſen ſich ſehr leicht aus der Lage des Ringes gegen die Sonne erklären. Es iſt nämlich die Fläche deſſelben gegen die Fläche der Ecliptik unter einem beſtändigen Winkel von etwa $31\frac{1}{2}°$ geneigt, mithin wird er immer nur ſchief von der Sonne erleuchtet, und kann uns daher nicht anders als eine Ellipſe erſcheinen. Die Fläche des Ringes behält vermöge der Beobachtungen eine unter ſich parallele Lage durch die ganze Laufbahn des Saturnus; daraus folgt, daß dieſelbe erweitert während eines 30 jährigen Umlaufs des Saturns zwey Mahl durch die Sonne gehen muß, wo alsdann der Ring nur der Dicke nach erleuchtet wird, der aber zu gering iſt, als daß wir ſelbige bemerken könnten und der Ring unſichtbar wird, oder kurz vor- und nachher als eine gerade Linie erſcheinet. Der Schatten, welchen dieſe Dicke auf Saturns Scheibe

 wirft,

wirſt, bildet daſelbſt einen dunkeln Streifen, welcher aber nur durch ſehr ſtarke Fernröhre beobachtet werden kann, und er beweiſet, daß Saturn und ſein Ring dunkele Körper ſind, die von der Sonne erleuchtet werden. Die zwey Punkte, in welchen die Fläche des Ringes die Fläche der Ecliptik durchſchneidet, kann man die **Knoten** des Ringes nennen. Stellt man ſich durch den Mittelpunkt des Ringes eine Axe auf der Fläche desſelben ſenkrecht vor, ſo bezeichnen ihre Endpunkte am Himmel die Pole des Ringes. Nach den Beobachtungen fällt der Nordpol aus der Sonne betrachtet gegen den 17° ♊ und der Südpol gegen den 17° ♐, alſo liegen die Knoten in der Fläche der Ecliptik in 17° ♓ und 17° ♍. Könnten wir den Ring des Saturnus aus dieſen ſeinen Polen betrachten, ſo würde er uns als ein den Saturn umgebender völlig concentriſcher Ring erſcheinen. Sehen wir nun den Saturn in den Zeichen ♐ und ♊, oder ſteht die Erde von dem Saturn aus geſehen in den Zeichen ♊ und ♐, ſo befinden wir uns gerade an den Stellen, von welchen die Fläche des Ringes am weiteſten entfernet iſt, und ſie bildet eine weit geöffnete Ellipſe, deren große Axe (fig. 42.) a b ſich zur kleinen c d wie 1 : ſin. $31\frac{1}{2}°$ d. i. beynahe wie 1 : $\frac{1}{2}$ verhält, daher c d ein wenig größer als Saturnus Durchmeſſer ſeyn, oder der Ring die Kugel des Planeten ganz umfaſſen muß. In dieſer Lage ſieht man zwiſchen dem Ringe und dem Planeten hindurch. Der Planet erſcheinet gleichſam mit zwey Handhaben verſehen, durch deren Öffnung es möglich iſt, Fixſterne wahrzunehmen. Befindet ſich hingegen Saturn in den Zeichen ♓ und ♍, oder die Erde wird von dem Planeten aus in ♍ und ♓ geſehen, ſo hat nun die Erde ihre Stelle in der erweiterten Fläche des Ringes, mithin müßte der Beobachter nur die ſchmale Kante erblicken, wie fig. 43., welche er aber wegen der zu geringen Dicke nicht bemerken kann, mithin wird in dieſen Zeichen der Ring verſchwinden. Wenn man hiebey zugleich in Betrachtung ziehet, daß die Sonne und die Erde aus dem Saturn nicht völlig an einerley Orte geſehen werden, ſo können drey Fälle eintreten, in

welchen uns der Ring unſichtbar wird: 1. wenn die erweiterte Fläche des Ringes durch die Sonne gehet, in welchem Falle nur die geringe Dicke erleuchtet wird, 2. wenn dieſe Fläche durch die Erde gehet, wo nur die dünne Kante beobachtet werden kann, und 3. wenn eben dieſe Fläche zwiſchen der Erde und Sonne hindurchgehet; denn in dieſem Falle wird der Erde die von der Sonne abgewendete und folglich dunkle Seite des Ringes zugekehret. Die beyden erſten Fälle treffen nicht völlig zu gleicher Zeit ein, beſtändig aber kurz vor oder nach einander. Es kann daher Jahre geben, in welchen der Ring wechſelsweiſe ſichtbar und dann wieder unſichtbar wird, weil die Erde, wenn ſie der Fläche des Ringes nahe ſteht, bey ihrem Umlaufe um die Sonne zwey Mahl durch dieſe Fläche gehen müßte, ſo daß man während 6 Monathen die erleuchtete und während 6 Monathen die dunkele Fläche des Ringes ſehen würde, wenn Saturn ſich nicht weiter fortbewegte. Dergleichen abwechſelndes Verſchwinden und Wiedererſcheinen nahm man in den Jahren 1760 und 1775 wahr *). Noch iſt zu merken, daß die Neigung der Saturnusbahn gegen die Fläche der Ecliptik oder die daher entſtehende Breite des Saturns die mehr oder minder offene Geſtalt des Ringes etwas verändern kann.

Man hat den Ring des Saturnus bis zu den neueſten Zeiten beſtändig als einfach gehalten, wiewohl bereits der ältere Caſſini, Schort und Hadley auf der Fläche des Saturnusringes einen oder mehrere Streifen wahrnahmen. Herr Herſchel beobachtete eine dunkle Zone auf der Nordſeite des Ringes 10 Jahre lang, und vermuthete ſchon in den Transactionen für 1790, daß dieſe dunkle Zone nichts weiter, als eine beſtändig bleibende Durchſicht zwiſchen zweyen Ringen ſey. Zugleich ſchloß er aus hellen Flecken, welche er auf dem Saturnusringe wahrnahm, eine Umdrehung deſſelben in 10 Stund. 32 Min. 15,4 Sek. Dieſe Muthmaßung, daß der bisher angenommene einfache Ring wirk-

 lich

*) *Heinſius* progr. de phaſi rotunda Saturni, quae an. 1760. rediit und in den Beobacht. in den Berliner Ephemeriden für 1777.

ſich in zwey Ringe geſpalten ſey, war ihm aus den ſeit dem Aug. 1779 gemachten Beobachtungen der ſüdlichen Ringfläche noch wahrſcheinlicher *). Er ſahe wiederholt und mit verſchiedenen Vergrößerungen beſtändig die dunkle Zone, welche auf beyden Seiten gleich breit war, und ſich auf jeder Hälfte des Ringes bis nahe an den Saturn verfolgen ließ; mit 600facher Vergrößerung etwa bis dahin, wo eine auf den längſten Durchmeſſer des Rings ſenkrechte Linie den dunkeln Raum zwiſchen Saturn und Ring zur Hälfte theile. Herr Herſchel glaubt hieraus ſchließen zu können, Saturn beſitze zwey concentriſche Ringe von ungleicher Größe und Breite, welche ſehr wahrſcheinlich gegen ſeinen Aequator ſich neigen. Für die Theilung des gewöhnlich als einfach betrachteten Saturnusringes führt er vorzüglich dieſe Urſache an, daß bey der Dünne und außerordentlichen Breite des Ringes, wenn er ungetheilt wäre, faſt ein Wunder dazu gehörte, ihm Feſtigkeit genug zu geben, damit er bey der Umwälzung immer ganz bleibe; da ſich hingegen beym getheilten Zuſtande eine verſchiedene Umdrehung jedes Theils denken laſſe, welche ſeiner Bildung und Feſtigkeit angemeſſen ſey.

Die Angaben der Größen beyder Ringe und ihres Zwiſchenraumes ſind dieſe:

Innerer Durchmeſſer des kleinſten Ringes	5900 Theile
Aeußerer — — — —	7510 —
Innerer Durchmeſſer des größten Ringes	7740 —
Aeußerer — — — —	8300 —
Breite des innern Ringes	805 —
Breite des Zwiſchenraums	115 —
Breite des äußern Ringes	280 —

Es iſt alſo hiernach die ganze Breite des bisher als einfach betrachteten Ringes 1200 Theilen gleich, mithin beträgt die Breite der Oeffnung zwiſchen beyden Ringen noch nicht den 10ten Theil derſelben. Vergleichungen dieſer Angaben mit

*) On the Ring of Saturn and the Rotation of the fifth ſatellite upon its axis in Philoſ. Trans. Vol. LXXXII. P. I. p. 22. im Auszuge in Bode aſtronom. Jahrb. für 1796. imgl. im Gothaiſchen Magazin ꝛc. B. IX. St. 4. S. 50 f.

mit den Poundiſchen und Muthmaßungen über die Größe der hier angenommenen Theile findet man bey Hrn. Käſtner *).

Herr Herſchel ſetzt den ſcheinbaren Durchmeſſer des ganzen Ringes in der mittlern Entfernung von der Sonne geſehen nach einem Mittel aus mehreren Meſſungen auf 46″, 677. Hieraus berechnet Hr. Wildt, mit Herſchels Beobachtung des Saturnusdurchmeſſers verglichen, das Verhältniß beyder, wie 2,16 : 1. Andere Angaben deſſelben ſind

nach Huygens	2,25 : 1
Pound	2,333 : 1
von Zach	2,676 : 1

Den Durchmeſſer des ganzen Ringes findet Herr Herſchel beynahe 26 Mahl größer, als den Durchmeſſer der Erde, und ſeine ſcheinbare Größe in der mittlern Entfernung der Erde von der Sonne geſehen $7\frac{1}{4}$ Minut. oder $\frac{1}{4}$ des Sonnendurchmeſſers.

Da die Dicke des Saturnusringes, welcher nach Herſcheln aus zweyen concentriſchen Ringen gebildet wird, ſo ſehr gering iſt, ſo entſteht hier die phyſikaliſche Frage, durch welchen Mechanismus erhalten ſich dieſe beyden Ringe um den Saturn? Herr la Place beantwortet dieſe Frage alſo: er ſagt, es iſt nicht wahrſcheinlich, daß dieß durchs bloße Anhängen ihrer Elemente geſchehe; denn alsdann würden ihre dem Saturn nahe liegenden Theile, da ſie durch die immer wiederholte Wirkung der Schwere getrieben werden, ſich mit der Zeit von den Ringen ablöſen, welche durch eine unmerkliche Abnahme endlich vernichtet werden würden: ſo wie alle Werke der Natur, welche nicht hinreichende Kräfte hatten, um der Einwirkung fremder Urſachen zu widerſtehen.

Dieſe Ringe erhalten ſich alſo ohne ein beſonderes Beſtreben und durch die bloßen Geſetze des Gleichgewichts; zu dieſem Ende muß man ihnen eine Umdrehungsbewegung um eine auf ihrer Ebene lothrechte und durch Saturnus Mittelpunkt gehende Axe beylegen, damit ihre Schwere gegen den Saturn

*) Aſtronomie, 4te Aufl. Götting. 1792. nach der Vorrede S. XIV. XV.

Saturn durch ihre von dieſer Bewegung herrührende Centrifugalkraft im Gleichgewichte erhalten wird.

Man ſtelle ſich alſo eine in Geſtalt des Ringes um den Saturn verbreitete gleichartige Flüſſigkeit vor, und erfahre, was ſie für eine Figur haben müſſe, damit ſie vermöge der wechſelſeitigen Anziehung ihrer Elemente, vermöge ihrer Schwere gegen den Saturn und ihrer Centrifugalkraft im Gleichgewichte ſey. Wenn man durch des Planeten Mittelpunkt eine auf der Ebene des Ringes lothrechte Ebene legt, ſo entſteht ein Durchſchnitt dieſer Ebene, welche la Place die erzeugende Curve heißt. Nun hat la Place durch Hülſe der Analyſe gefunden, daß, wenn die Dicke des Ringes in Vergleichung mit ſeiner Entfernung vom Saturnus Mittelpunkte nicht beträchtlich iſt, das Gleichgewicht der Flüſſigkeit möglich iſt, wenn die erzeugende Curve eine Ellipſe iſt, deren große Axe gegen des Planeten Mittelpunkt gerichtet iſt. Die Umdrehungszeit des Ringes iſt ungefähr die nämliche, wie die Umlaufszeit eines Trabanten, welcher ſich in der Entfernung des Mittelpunktes der erzeugenden Ellipſe gleichförmig bewegte.

Das Gleichgewicht dieſer Flüſſigkeit würde noch beſtehen, wenn man die Größe und Lage der erzeugenden Ellipſe durch den ganzen Umfang des Ringes veränderlich ſetzte, wofern dieſe Veränderungen nur erſt in viel größern Entfernungen, als die Axe des erzeugenden Durchſchnittes iſt, merklich wären.

Man kann alſo annehmen, der Ring habe in ſeinen verſchiedenen Theilen eine ungleiche Dicke, ja man kann ſogar ſetzen, er ſey von doppelter Krümmung. Dieſe Ungleichheiten werden durch die Phänomene des Erſcheinens und Verſchwindens des Ringes, die bey den beyden Armen deſſelben verſchieden waren, angezeigt; ſie ſind ſogar nothwendig, um den Ring im Gleichgewichte um den Planeten zu erhalten; denn wenn er in allen ſeinen Theilen vollkommen ähnlich wäre, ſo würde ſein Gleichgewicht durch die geringſte Kraft, z. B. durch die Attraktion eines Trabanten, geſtört werden, und der Ring würde ſich endlich auf den Planeten ſtürzen.

Die

Die den Saturn umgebende Ringe ſind alſo unregelmäßige feſte Körper von ungleicher Dicke in verſchiedenen Punkten ihres Umfanges, ſo daß ihre Schwerpunkte mit den Mittelpunkten ihrer Figur nicht zuſammenfallen. Dieſe Schwerpunkte können als eben ſo viele Trabanten betrachtet werden, die ſich um Saturns Mittelpunkt in Entfernungen bewegen, welche von den Ungleichheiten der Ringe abhangen, und mit Winkelgeſchwindigkeiten, die den Geſchwindigkeiten der Umdrehung ihrer zugehörigen Ringe gleich ſind.

Begreiflich müſſen dieſe Ringe, welche durch ihre eigene Wechſelwirkung, durch die Wirkung der Sonne und der Saturnustrabanten getrieben werden, ſich um den Mittelpunkt dieſes Planeten ſchwingen, und ihre Knoten mit der Ebene der Bahn des Planeten müſſen rückläufige Bewegungen haben. Man könnte glauben, daß ſie aufhören müßten, in der nämlichen Ebene zu ſeyn, weil ſie unter der Einwirkung verſchiedener Kräfte ſtehen; aber, da Saturn eine ſchnelle Umdrehungsbewegung hat, und die Ebene ſeines Aequators mit der des Ringes und der ſechs erſten Trabanten einerley iſt, ſo erhält ſeine Wirkung das Syſtem dieſer verſchiedenen Körper in dieſer Ebene. Die Wirkung der Sonne und des ſiebenten Trabanten verurſacht bloß eine Veränderung in der Lage der Aequatorsebene des Saturnus, welcher bey dieſer Bewegung die Ringe, und die Bahnen der ſechs erſten Trabanten durch einen Mechanismus fortführt, der demjenigen ähnlich iſt, welcher die Bahnen der Jupiterstrabanten, und hauptſächlich die des erſten ungefähr in der Aequatorsebene dieſes Planeten erhält.

Woraus endlich dieſer Ring beſtehe, und wie er entſtanden ſey, iſt verſchiedentlich gemuthmaßet worden. Caſſini [α]) hielt ihn für eine aus lauter Monden und Trabanten zuſammengeſetzte Krone; Whiſton für Dünſte, welche aus dem Saturn aufſteigen; Maupertuis [β]) meint, er beſtehe aus Dämpfen, welche Saturn dem Schweiſe irgend eines bey ihm

α) Mém. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1715.
β) Sur les different. figures des aſtres. §. VIII.

ihm vorbeygehenden Kometen entriſſen habe, ſo wie er auch ſeine Trabanten dem Kometen geraubt haben ſoll. Herr Kant *) verſuchte, die Entdeckung des Saturnusringes auf folgende Art zu erklären. Er nimmt an, daß Saturn, ſo wie alle andere Planeten, anfänglich ein Komet geweſen ſey, der ſich um ſeine Axe drehete. Nachdem nun ſeine Laufbahn ſich mehr dem Kreiſe näherte, ſo verlor der neue Planet allmählig ſeine Wärme, weil er der Sonne nicht mehr ſo nahe kam; diejenigen Theile, welche den Schweif gebildet hatten, wurden verdichtet, und fielen gegen den Planeten zurück. Die vom Aequator entfernten Theile wurden bey der Umdrehung um die Axe nach den Geſetzen der Centralbewegung gegen die Ebene des Aequators getrieben, kamen daſelbſt von beyden Seiten zuſammen, und vereinigten ſich in eine Maſſe. Diejenigen Theile hingegen, welche vor ihrer Vereinigung dem Körper des Planeten ſelbſt nahe kamen, hatten durch die Umdrehungsbewegung nicht genug Schwung erhalten, um der Gravitation ganz widerſtehen zu können, ſie fielen alſo auf den Planeten ſelſt herab, und ließen in der Nähe deſſelben einen leeren Raum, daher der Ring mit dem Körper ſelbſt nicht zuſammenhängt. Dieſer Ring mußte nun um den Saturn mit einer Geſchwindigkeit umlaufen, welche ſich im verkehrten Verhältniſſe der Entfernung ſeines innern Randes von dem Mittelpunkte des Planeten befand. Aus dieſer Geſchwindigkeit läßt ſich ſelbſt die Umdrehungszeit des Planeten finden, wenn man die Geſchwindigkeit der Theile im Aequator ihr gleich ſetzt. Die verſchiedenen Streifen, welche man auf der Fläche des Ringes bemerkt hat, zeigen, daß es mehrere concentriſche Ringe gibt, welche den Kepleriſchen Regeln gemäß verſchiedene Umlaufszeiten beſitzen, indem ſich die äußere langſamer, als die innere umdrehen muß. Endlich könnte bey den übrigen Planeten ein ähnlicher Ring deßwegen nicht entſtehen, weil die Höhe, in welcher die Theile gegen

*) Allgemeine Naturgeſchichte und Theorie des Himmels, oder Verſuch von der Verfaſſung und dem mechaniſchen Urſprunge des ganzen Weltgebäudes nach Newtoniſchen Grundſätzen abgehandelt. Königsberg und Leipzig 1755. 8.

gegen den Planeten zu fallen aufhören, und mit der erlangten Geſchwindigkeit vermöge des Kepleriſchen Geſetzes ihren Umlauf machen, bey allen übrigen Planeten viel zu groß iſt, als daß ſo viele Theile, als zur Bildung des Ringes erforderlich ſind, dieſe Höhe hätten erreichen können. Es muß ſich nämlich der Halbmeſſer des Ringes zum Halbmeſſer des Planeten, wie die Gravitation zur Schwerkraft verhalten; hätte alſo z. B. die Erde einen Ring erhalten ſollen, ſo hätte dieſer 288 Erdhalbmeſſer, d. i. über $4\frac{1}{2}$ Mahl weiter, als der Mond, abſtehen müſſen. In dieſer Höhe über der Erde waren nicht Theile genug vorhanden, um einen Ring zu bilden.

Her la Place vermuthet endlich, daß der Saturnusring aus Zonen, welche die Atmoſphäre des Saturnus abgeſetzt habe, beſtehe. Daß Saturn mit einer wirklichen Atmoſpäre verſehen ſey, ſchließt Hr. Herſchel *) aus den Veränderungen der Streifen dieſes Planeten. Dieſe Vermuthung beſtätiget er noch dadurch, daß ſeine Trabanten, wenn ſie hinter ihn treten, lange an der Scheibe zu hängen ſcheinen, ehe ſie verſchwinden, bey welcher Erſcheinung, wenn man auch etwas der Beugung des Lichtes zuſchreiben wollte, doch auch Refraktion in dem Medium der Atmoſphäre mitwirken müſſe. Die Atmoſphäre kann ſich aber um den Aequator nur ſo weit ausdehnen, bis die Centrifugalkraft der Schwere genau das Gleichgewicht hält, weil die Atmoſphäre bloß durch ihre Schwere gegen den Planeten zurückgehalten werden kann. Der Punkt, wo die Centrifugalkraft der Schwere das Gleichgewicht hält, iſt um ſo viel näher bey dem Körper, je ſchneller die Umdrehungsbewegung iſt. Wenn man ſich nun nach Herrn la Place vorſtellt, daß die Atmoſphäre ſich bis an dieſe Grenze erſtrecke, und daß ſie ſofort ſich zuſammenziehe, und durch die Erkältung an der Oberfläche des Körpers verdichte, ſo wird die Umdrehungsbewegung immer ſchneller werden, und die äußerſte Grenze der Atmoſphäre wird ſich ohne Unterbrechen dem Mittelpunkte nähern. Die Atmoſphäre

*) Philoſ. transact. Vol. LXXX. art. I.

ſphäre wird alſo allmählig in der Ebene ihres Aequators flüſſige Zonen abſetzen, welche fortfahren werden, um den Körper zu laufen, weil ihre Centrifugalkraft ihrer Schwere gleich iſt; da aber dieſe Gleichheit bey den von dem Aequator entfernten Elementen der Atmoſphäre nicht Statt hat, ſo werden dieſe nicht aufhören, ihr anzugehören. So ſcheint nach Herrn la Place der Saturnusring entſtanden zu ſeyn.

Man ſieht, daß Herrn la Place Hypotheſe mit der des Herrn Kant viel Uebereinſtimmendes hat, nur daß erſterer den Saturn nicht, wie letzterer, als einen Anfangs vorhanden geweſenen Kometen betrachtet. So viel ſcharfſinniges aber auch beyde Hypotheſen zu ſagen ſcheinen, ſo läßt ſich doch noch manches dagegen einwenden.

M. ſ. Bode kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde §. 443 u. ſ. Käſtner Anfangsgründe der Aſtronomie. 4te Aufl. Götting. 1792. §. 199. II–IV. *Wildtii* de rotatione annuli Saturni commentatio. Pars prior. Hanoverae 1795. 4. la Place Darſtellung des Weltſyſtems. Aus d. Franz. Frankf. a. M. 1797. 8. Th. I. S. 82 u. ſ. Th. II. S. 126 u. ſ. S. 134.

Sauerbrunnen, Sauerwaſſer ſ. **Geſundbrunnen.**

Sauerkleeſäure, Kleeſäure, Zuckerſäure (acidum oxalicum, acetoſellae, ſacchari, ſaccharinum, acide oxallique) iſt eine eigenthümliche Säure des Pflanzenreichs, welche aus dem Salze des Sauerklees und Sauerampfers, und künſtlicher Weiſe durch Hülfe der Salpeterſäure aus dem Zucker, der Stärke, dem Schleime, der Weinſteinſäure und andern nähern Beſtandtheilen der Pflanzenkörper gezogen werden kann. Dieſe Säure iſt mit Gewächsalkali im Sauerkleeſalze (ſal acetoſellae), oder dem ausgedruckten und kryſtalliſirten Safte des Sauerklees verbunden. Scheele fand ein Mittel, ſie durch Sättigung des Sauerkleeſalzes mit Ammoniak und durch Niederſchlagung mit einer Auflöſung der Schwererde in Salpeterſäure davon zu trennen, indem ſie ſich dabey mit der Schwererde verbindet, von welcher ſie durch verdünnte Schwefelſäure befreyet

werden kann *). Bequemer und wohlfeiler läßt ſich dieſe Säure aus dem Zucker gewinnen, indem man auf einen Theil Zucker 6 bis 8 Theile Salpeterſäure gießt, und die Miſchung einer gelinden Wärme ausſetzt. Es entſteht ein heſtiges Aufbrauſen, und es entwickelt ſich eine große Menge ſalpeterhalbſaures Gas. Nachher, wenn man die Flüſſigkeit ruhen läßt, entſtehen Cryſtalle von Zuckerſäure, von welcher Scheele zuerſt erwieſen hat, daß ſie mit der Sauerkleeſäure völlig einerley iſt.

Die Cryſtalle der Sauerkleeſäure ſind vierſeitige Prismen mit abwechſelnden breiten und ſchmalen Seitenflächen und zweyſeitigen Enden; oft bilden ſie vierſeitige oder rhomboidaliſche Tafeln. Ihr Geſchmack iſt überaus ſauer, und 7 Gran ertheilen 2 Pfunden Waſſer ſchon eine merkliche Säure. Im Waſſer ſind ſie weit auflöslicher, als das Sauerkleeſalz. In der Südhitze des Waſſers ſind ſie nicht flüchtig.

Die Sauerkleeſäure hat eine zuſammengeſetzte Grundlage. Deſtillirt man ſie für ſich, ſo erhält man daraus kohlenſtoffhaltiges Waſſerſtoffgas, kohlenſaures Gas, wenig ſaure Flüſſigkeit, etwas ſublimirtes feſtes ſaures Salz, welches noch die Eigenſchaften der Sauerkleeſäure hat; und es bleibt nur eine geringe Menge eines grauen oder braunen Rückſtandes, der im freyen Feuer faſt gänzlich verſchwindet. Das aufſublimirte Salz läßt ſich durch eine wiederhohlte Deſtillation weiter zerſtören. Es iſt daher die Grundlage der Sauerkleeſäure Waſſerſtoff und Kohlenſtoff, wie die der Weinſteinſäure. Sie unterſcheidet ſich von dieſer, wie Hermbſtädt und Weſtrumb durch ihre Verſuche hinlänglich dargethan haben, nur durch ein anderes Verhältniß des Sauerſtoffs und der Beſtandtheile ihrer Grundlage; und die Weinſteinſäure läßt ſich in Sauerkleeſäure verwandeln, wenn man ſchwache Salpeterſäure davon gelinde deſtilliret, wobey ſich Salpetergas und kohlenſaures Gas erzeuget. Durch concentrirte Salpeterſäure und ſtärkere Hitze wird die Weinſteinſäure

*) In Crells chem. Annal. 1785. B. I. S. 112 f.

ſäure zur Eſſigſäure, ſo wie es auch die Sauerkleeſäure ſelbſt damit wird. Die concentrirte Schwefelſäure wird von der Sauerkleeſäure in der Hitze ebenfalls zerſetzt, und es bilden ſich Eſſigſäure, ſchwefeligte Säure und Kohlenſäure, welche ſich verflüchtigen.

Die Neutral- und Mittelſalze, welche aus dieſer Säure entſtehen, werden im neuern Syſteme durch oxalates ausgedruckt, wie z. B. oxalate de potaſſe (ſauerkleeſaures Gewächsalkali), oxalate de ſoude (ſauerkleeſaures Mineralalkali) u. ſ.

Gegen die Kalkerde hat die Sauerkleeſäure eine beſonders ſehr große Verwandtſchaft, welche ſo gar größer iſt, als die, welche die Schwefelſäure dagegen hat. Daher dienet ſie ſehr gut, als gegenwirkendes Mittel, die Kalkerde in einer Flüſſigkeit zu entdecken, auch wenn dieſe an eine Säure gebunden iſt. So wird z. B. gemeines gypshaltiges Waſſer von der zugeſetzten Sauerkleeſäure gleich trübe, und es ſchlägt ſich ſauerkleeſaure Kalkerde nieder. Am beſten kann man ſich hiebey des ſauerkleeſauren Ammoniaks bedienen.

M. ſ. Gren Handbuch der geſammten Chemie. Th. II. Halle, 1794 8. §. 1071 u. ſ. deſſen Grundriß der Chemie. Th I. Halle, 1797 8. §. 682 u. ſ. Girtanner Anfangsgr. der antiphlogiſt Chemie. Berlin, 1795 8. S. 330.

Säureſtoff, ſäureerzeugender Stoff, ſäurendes Princip, Oxygen (oxygenium, oxygenes, principium acidificum, oxygéne, baſe oxygéne, principe acidifiant). Mit dieſem Nahmen bezeichnet man in dem neuen chemiſchen Syſteme den eigenthümlichen Grundſtoff der Lebensluft, welchen man zugleich als das allgemeine Princip aller Säuren betrachtet. Der Nahme Oxygen rührt von den Worten ὀξύς und γείνομαι her, und iſt wörtlich durch Säure zeugend überſetzet worden.

Das alte Syſtem unterſcheidet ſich von dem neuen vorzüglich darin, daß letzteres alle diejenigen Erſcheinungen, welche erſteres mit Hülfe des Phlogiſton erklärte, vom Sauerſtoffe ableitet, einem Stoffe, welcher in der Natur wirklich vorhan-

vorhanden, und nicht, wie das Stahliſche Phlogiſton hypothetiſch angenommen iſt. Dieſerwegen hat man auch dem neuern Syſteme einen Vorzug vor dem alten gegeben, ob es gleich nicht geläugnet werden kann, daß das Nichtdaſeyn eines Phlogiſton (jedoch nicht im Stahliſchen Sinne) noch gar nicht erwieſen iſt.

Das neuere Syſtem hat dieſes wirklich für ſich, daß in der einathembaren Luft ein wägbarer Stoff anzutreffen iſt, welcher ſich beſonders beym Verbrennen verbrennlicher Körper wirkſam erweiſet, und eben dieſen Stoff nennen die Antiphlogiſtiker den Sauerſtoff. Daher auch Herr Girtanner ſagt, alle Körper, mit welchen man den Sauerſtoff verbindet, werden durch ſeinen Beytritt ſchwerer, und alle Körper werden leichter, wenn man ſie dieſes Stoffs beraubet. Man kann ihn meſſen und wiegen; und Gewicht iſt alle Mahl ein ſicherer Beweis der Gegenwart der Materie.

Nach der Lehre des neuern Syſtems iſt der Sauerſtoff in außerordentlich großer Menge in der ganzen Natur verbreitet. Er macht beynahe den dritten Theil des Gewichtes der ganzen Atmoſphäre aus. Es iſt aber bis jetzt noch kein Mittel bekannt, dieſen Stoff für ſich, und von andern Körpern getrennt, darzuſtellen. In der Atmoſphäre iſt er mit dem Wärmeſtoffe als Sauerſtoffgas verbunden, und dieſes mit dem Stickgas gemiſcht.

Um den Sauerſtoff vom Wärmeſtoffe im Sauerſtoffgas zu trennen, darf man nur das Sauerſtoffgas mit einem Körper in Verbindung bringen, mit welchem der Sauerſtoff eine größere Verwandtſchaft hat, als mit dem Wärmeſtoffe. In dieſem Falle wird ſich der Sauerſtoff mit dieſem Körper, und der Wärmeſtoff mit den benachbarten Körpern verbinden.

So wird beym Verbrennen des Phosphors im Sauerſtoffgas letzteres zerſetzt, indem ſich der Sauerſtoff mit dem Phosphor zur Phosphorſäure verbindet, der Wärmeſtoff aber frey wird, und ſich durch Hitze und Licht zeiget. 100 Theile Phosphor geben 254 Theile feſte Phosphorſäure, und nehmen folglich während des Verbrennens 154 Theile Sauerſtoff

auf. Durch dieſe Operation wird alſo der Phosphor geſäuert, und die Ausdrücke, **Säuren** und **Verbrennen** bedeuten einerley. Um ſo viel nun der Phosphor während des Verbrennens am Gewichte zugenommen hat, genau um ſo viel hat das Sauerſtoffgas am Gewichte abgenommen. Daraus erhellet, daß bey einem gewiſſen Grade der Temperatur der Sauerſtoff eine größere Verwandtſchaft zu dem Phosphor, als zu dem Wärmeſtoffe, hat.

Auch der Schwefel hat die Eigenſchaft, das Sauerſtoffgas zu zerlegen, und ſich mit dem Sauerſtoffe deſſelben zu verbinden. Aus dieſer Verbindung entſtehet die Schwefelſäure. Acht Gran Schwefel geben bey der Verbrennung 26 Gran Schwefelſäure, mithin hat der Schwefel 18 Gran Sauerſtoff aus der Luft an ſich genommen, welche eben ſo viel am Gewichte verloren hat. Vor dem Verbrennen war die Säure im Schwefel nicht enthalten, vielmehr iſt dieſer eine einfache Subſtanz, welche ſich während des Verbrennens mit dem Sauerſtoffe zu Schwefelſäure verbindet.

Durch die Kohle wird ebenfalls das Sauerſtoffgas zerſetzt. Verbrennt man nämlich Kohlenſtaub in Sauerſtoffgas über Queckſilber, bis die Kohle erlöſcht, ſo werden davon $\frac{4}{5}$ in kohlengeſäuertes Gas (fixe Luft) verwandelt, und $\frac{1}{5}$ bleibt Sauerſtoffgas. Die Kohle hat am Gewichte abgenommen, und eben ſo viel hat das Gas unter der Glocke am Gewicht zugenommen. 100 Gran kohlengeſäuertes Gas beſtehen aus 28 Gran Kohlenſtoff, und aus 72 Gran Sauerſtoff. Der frey gewordene Wärmeſtoff wird ſogleich wieder großentheils zur Bildung des kohlengeſäuerten Gas verwendet; eben darum glimmt die Kohle nur, und brennt nicht, wie Phosphor und Schwefel, mit Flamme.

Der Sauerſtoff hat eine größere Verwandtſchaft zum Kohlenſtoffe als zum Phosphor und Schwefel. Daher kann man vermittelſt der Kohle der Phosphor- und Schwefelſäure den Sauerſtoff entziehen, und dadurch den Phosphor und Schwefel wieder herſtellen. Auch iſt der Sauerſtoff mit dem Phosphor näher als mit dem Schwefel verwandt. Wenn man

man zwey Quentchen Schwefelſäure mit 10 Gran Phosphor in einer metallenen Röhre dem Feuer ausſetzet, ſo erhält man Phosphorſäure und Schwefel, weil der Sauerſtoff den Schwefel verläßt, um ſich mit dem Phosphor zu verbinden.

In einer gewiſſen Temperatur hat der Sauerſtoff eine größere Verwandtſchaft mit dem Queckſilber, als mit dem Wärmeſtoffe. Denn ſetzt man Queckſilber in einem verſchloſſenen mit Sauerſtoffgas angefüllten Gefäße dem Feuer aus, ſo wird es verkalkt und ſchwerer; das Gas nimmt am Gewichte ab, und wird um eben ſo viel leichter. Es hat alſo das Queckſilber den Sauerſtoff aufgenommen, und ſich dadurch in Queckſilberhalbſäure verwandelt. Aber in einer noch höhern Temperatur verhält ſich dieſe Verwandtſchaft umgekehrt, und der Sauerſtoff verläßt wieder das Queckſilber, mit welchem er verbunden war, um ſich mit dem Wärmeſtoffe zu verbinden. Dieß iſt die Wiederherſtellung des für ſich bereiteten Queckſilberkalkes, wobey das Sauerſtoffgas wieder entwickelt wird. Der Streit, welcher hierüber geführet worden, iſt unter dem Artikel, Chemie, angeführet.

Auch andere Metalle entziehen bey einer gewiſſen Temperatur dem Sauerſtoffgas den Sauerſtoff. Z. B. Bley, Zinn u. ſ. Bringt man in eine gläſerne mit Sauerſtoffgas angefüllte Glocke über Queckſilber gefeiltes Zinn, und zündet dieſes durch einen Brennſpiegel an, ſo ſaugt es den Sauerſtoff ein. Dadurch wird es in eine Halbſäure verwandelt, und nimmt am Gewichte ſo viel zu, als das Sauerſtoffgas abgenommen hat.

Auf ſolche Art entſtehen alle Säuren und Halbſäuren. Der Sauerſtoff iſt allen gemein. Ihr Unterſchied beſteht bloß in dem geſäuerten Körper, oder der Grundlage der Säure.

Daß jede Säurung einen gewiſſen Wärmegrad vorausſetzet, welcher bey verſchiedenen Körpern auch verſchieden iſt, iſt bereits unter dem Artikel, Säuren, angeführet worden. Bey ſehr ſchnellen Säurungen entſtehet Licht und Wärme. Dieſe werden eigentlich Verbrennungen genennt. Z. B. die Säurung des Phosphors in der Atmoſphäre, und die

Säurung des Eiſens in Sauerſtoffgas. Metalle ſäuren ſich langſamer und ohne merkliche Wärme und Licht. Einige Körper haben eine ſo große Verwandtſchaft zum Sauerſtoffe, daß wir ſie gar nicht anders kennen, als im geſäuerten Zuſtande, wie z. B. die Kochſalzſäure.

Noch andere Mittel, Körper zu ſäuren, ſ. m. den Artikel, Säuren.

Ueberhaupt wird der Sauerſtoff als ein Stoff angenommen, welchen die Natur bey den wichtigſten Operationen gebraucht. Nach Herrn Girtanner *) ſteht die Reizbarkeit organiſirter Körper beſtändig im Verhältniſſe mit der Menge des Sauerſtoffes, welchen ſie enthalten. Alles, was die Quantität des Sauerſtoffs vermehret, vermehret auch die Reizbarkeit. Nach Hrn. von Humboldt β) iſt der Sauerſtoff ein vorzügliches Mittel, die Reizbarkeit des vegetabiliſchen Körpers zu vermehren. Das Keimen und Wachsthum der Samen wurde in der phlogiſtiſirten Kochſalzſäure nicht im geringſten befördert, in der dephlogiſtiſirten Salzſäure aber ſehr merklich. Denn der Sauerſtoff ſcheint mit der phlogiſtiſirten Salzſäure zu genau verbunden zu ſeyn, als daß er dieſer durch die vegetabiliſche Fiber entzogen werden könnte. Die dephlogiſtiſirte Salzſäure aber wird zur phlogiſtiſirten, wenn ſie die Samen zum Keimen gebracht, und den überſchüſſigen Sauerſtoff dadurch verloren hat. Selbſt das geſäuerte Queckſilber durchdringt in metalliſcher Geſtalt die Haut im menſchlichen Körper, wenn es den Sauerſtoff der reizbaren Fiber überlaſſen hat. Auch entdeckte der Herr von Humboldt nachher, daß die dephlogiſtiſirte Kochſalzſäure auf die thieriſche Organiſation auf eine ähnliche Art, wie auf vegetabiliſche Körper, wirke. Er ließ zwey an ſich ſchwache

*) In *Rozier* Journ. de phyſ. 1790. Tom. XXXVII. p. 147. Ueber die Irritabilität als Lebensprincip in der organiſirten Natur, in Grens Journal d. Phyſ. B. III. S. 315 f.

β) Aphoriſmi ex doctrina phyſiologiae chemicae plantarum in Florae Fojsbergenſ. ſpecim. Berol. 1793. 4. v. Humboldt Aphorismen aus der chemiſchen Phyſiologie der Pflanzen, a. d. Lat. überſ. von Gottfr. Fiſcher. Leipz. 1794. 8. S. 8.

ſchwache Froſchſchenkel durch ſiebenſtündiges Ghalvaniſiren ermatten. Sie zuckten nur ſchwach, wenn Silber am Muskel, und Zink am Nerv lag, gar nicht, wenn das Silber den Zink und Nerv verband. Mit Waſſer beſtrichen blieben dieſe Erſcheinungen ſich gleich; mit dephlogiſtiſirter Salzſäure aber den Nerv benetzt erfolgten ſogleich lebhafte Zuſammenziehungen, als das Silber zum Leiter zwiſchen Zink und Nerven diente. Daß, wie bey den Pflanzen, nur der aus der Säure ſich entwickelnde Sauerſtoff die Reitzempfänglichkeit mehrte, ſchien dem Herrn von Humboldt daraus zu folgen, daß die Vermehrung nur in den nächſten 10 Minuten merkbar war, nachher aber eine Atonie entſtand, welche durch alkaliſche Bäder nicht zu heben war. Die Flüſſigkeit wirkte nun als phlogiſtiſirte Salzſäure.

Der Sauerſtoff zeigt eine große Wirkung auf die Farbe der Körper. Dieſe verändert ſich daher an der atmoſphäriſchen Luft. Eben dieſe Wirkung auf die Farbe der Körper beſitzet die dephlogiſtiſirte Kochſalzſäure, nur in weit kürzerer Zeit, als an der gemeinen Luft. Sie vernichtet alle vegetabiliſche Farben, und verwandelt ſich dabey in phlogiſtiſirte Salzſäure, indem ſich ein Theil Sauerſtoff mit der vegetabiliſchen Subſtanz verbindet. Sie ertheilet den grünen Theilen der Pflanzen eben dieſelben Farben, welche ſie mit der Zeit an der freyen Luft annehmen, bald gelb, bald weißlich, bald röthlich. Die Blätter der immer grünen Pflanzen, wie z. B. der Stechpalme bleiben in ihr auch lange grün, und werden endlich, wie an der Luft, röthlich. Diejenigen Pflanzen, welche an dunkeln Orten ſtehen, werden mit der Zeit bleich: erhalten aber am Sonnenlichte ihre Farbe wieder, weil ſich alsdann aus ihnen Sauerſtoffgas entwickelt, da hingegen im Dunkeln der Sauerſtoff bey ihnen bleibt, welcher die Farbe vernichtet. Die weiß gewordenen Pflanzen ſind weniger brennbar, weil ſie ſchon geſäuert ſind.

Theile von thieriſchen Körpern werden in der dephlogiſtiſirten Salzſäure gelb, wie z. B. weiße Wolle, weiße Seide.

Auch dieß erfolget mit der Zeit an der Luft, wie beym Elfenbein und der weißen Wolle.

Aus dieſer Wirkung des Sauerſtoffs auf die Farben laſſen ſich eine Menge beſonderer Erſcheinungen herleiten. So lange die Pflanze nicht ans Sonnenlicht kommt, ſind alle ihre Theile weiß; erſt dann entwickelt ſich vermöge deſſelben aus ihr Sauerſtoffgas, und ſie erhält dadurch ihre Farbe. Der innere Theil eines Baumſtammes iſt weiß, weil dahin das Licht nicht kommen kann; Schimmel, der an einem dunkeln Orte wächſt, iſt weiß, und erhält erſt am Lichte Farbe. Die Blätter, wenn ſie erſt ausbrechen, und die im Kelche noch eingewickelten Blumen, ſind weiß, ehe ſie an das Licht kommen. Das Tuch, welches erſt aus der Indigokůpe kömmt, iſt grün, und wird erſt an der Luft blau, indem es Sauerſtoff verliert. Mit verdünnter dephlogiſtiſirter Salzſäure wird es wieder grün; und an der Luft wieder blau. Gießt man ſtärkere unverdünnte dephlogiſtiſirte Salzſäure auf, wodurch ſehr viel Sauerſtoff mit der Indigofarbe verbunden wird, ſo wird ſie gelb, und läßt ſich nachher nicht wieder blau machen. Vegetabiliſche Aufgüſſe und Decocte erhalten an der Luft eine dunklere Farbe. Mit Oelfarbe erſt gemahlte Bilder ſind weit heller, als wenn ſie eine Zeit lang der Luft ausgeſetzet ſind.

Alle dieſe Wirkungen erfolgen von dem Sauerſtoffe in der Atmoſphäre. Alle Körper, mit welchen dieſer eine nähere Verwandtſchaft hat, als mit dem Wärmeſtoffe, nehmen ihn auf, und werden heller von Farbe. Alle Körper hingegen, welche mit dem Wärmeſtoffe näher, als mit dem Sauerſtoffe verwandt ſind, verlieren ihren Sauerſtoff, und werden an Farbe dunkeler.

Auch die Farbe des Blutes wird durch den Sauerſtoff verändert, welcher beym Athmen durch Zerſetzung des Sauerſtoffgas der Atmoſphäre frey wird. Ein Theil deſſelben verbindet ſich mit dem venöſen Blute, und verwandelt ſeine dunklere Farbe in eine hellrothe. M. ſ. Athmen.

Herr Beddoes *) in Oxford hat noch mehrere merkwürdige Anwendungen der Lehre vom Sauerſtoffe auf Phyſiologie und Pathologie gemacht. Es nimmt dieſer mit Herrn Girtanner den Sauerſtoff als Princip der Reizbarkeit und Lebenskraft an, erklärt den Scorbut aus Entziehung des Sauerſtoffs, wovon das Fettwerden nur dem Grade nach verſchieden ſey; die Lungenſchwindſucht hingegen aus dem Ueberfluſſe des Sauerſtoffes, woraus zugleich erhellet, warum dieſes Uebel während der Schwangerſchaft ſtille ſteht, warum denenjenigen, welche an dieſer Krankheit leiden, das Einathmen der Lebensluft ſchädlich, hingegen das Athmen der mit Stickluft vermiſchten Luft heilſam ſey u. ſ. f.

Ob nun gleich auf keine Weiſe geläugnet werden kann, daß ein gewiſſer wägbarer Stoff oder die Baſis der Lebensluft in der Atmoſphäre zugegen iſt, ſo hat man doch verſchiedenes gegen die Eigenſchaften, welche dieſer Stoff nach der Meinung der Antiphlogiſtiker beſitzen ſoll, eingewendet. Eine der vorzüglichſten Eigenſchaften dieſes Stoffs ſoll dieſe ſeyn, daß er, mit andern Körpern verbunden, denſelben einen ſäuerlichen Geſchmack mittheile; daher ihn auch Herr Girtanner principium acidum nennt. Die Antiphlogiſtiker berufen ſich vorzüglich auf diejenigen Thatſachen, wodurch aus dem Phosphor, Schwefel und der Kohle durchs Verbrennen derſelben im Sauerſtoffgas Phosphorſäure, Schwefelſäure, Kohlenſäure erhalten wird. Dagegen wird aber nach dem Syſtem von Brennſtoff behauptet, daß in dem Phosphor, dem Schwefel und der Kohle und andern Stoffen, aus welchen ſich durch die Aufnahme der Baſis der Lebensluſt die Säure entwickelt, dieſe ſchon als Säure zugegen geweſen ſey; der Brennſtoff allein, womit ſie verbunden war, änderte ihre Natur und Eigenſchaften ab, ſo daß ſie im Phosphor, im Schwefel, in der Kohle u. ſ. f. nicht als Säure ſich den Sinnen offenbaren konnte. Daher beſteht

*) Obſerv. on the nature and cure of calculus, ſea-ſcurvy, conſumption, catarrh and fever; together with conjectures upon ſeveral other ſubjects of Phyſiology and Pathology. Lond. 1793. 8.

ſteht nach dieſem Syſtem die Säurewerdung jener Körper nicht bloß darin, daß die Grundlage der gebildeten Säure die Baſis der Lebensluft aufnehme, ſondern daß auch ihr Brennſtoff abgeſchieden werde, zu deſſen Abſcheidung die Aufnahme der Baſis der Lebensluft Bedingung iſt. Je weniger die Grundlagen der Säure ihren Brennſtoff verloren haben, deſto unvollkommener und unvollſtändiger erſcheinen ſie als Säuren; dieſerwegen nennt auch dieſes Syſtem dieſe Säuren **phlogiſtiſirte Säuren**.

Man hat ferner eingewendet, daß in vielen Körpern, welche nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme das Oxygen in großer Menge enthalten ſollen, gar keine Spur von Säure anzutreffen ſey. Dieß iſt der Fall bey der dephlogiſtiſirten Luft und noch mehr bey dem Waſſer, welches mehr Oxygen, als irgend ein anderer Körper, enthalten ſoll, und gleichwohl offenbar keine ſaure Beſchaffenheit zeigt. Hierauf antwortet man: es werde nicht behauptet, daß das Oxygen ſelbſt ſauer ſey, ſondern nur, daß es in einer Verbindung mit einer säurefähigen Baſis Säuren erzeuge; es gehöre aber weder der Wärmeſtoff, womit es in der reinen Luft, noch der Waſſerſtoff, womit es im Waſſer verbunden ſey, zu den säurefähigen Grundlagen.

Dieſe Antwort ſcheint zwar den Begriffen zu widerſprechen, welche **Lavoiſier** und andere ihm folgende Schriftſteller bey dem Syſteme feſtſetzen. Nach dieſen Begriffen liegt der Grund der Säurung nicht in der Grundlage, ſondern in dem Oxygen ſelbſt. Nach **Lavoiſier** iſt jede Verbindung irgend eines Körpers mit dem Oxygen eine Säurung, und die Säurung einer jeden Subſtanz bildet Säure; der Sauerſtoff iſt es, welcher die Säure macht, und die Natur der Grundlage beſtimmt nur ihre Verſchiedenheit. Dieſen Begriffen gemäß könnte man bey jeder Subſtanz, welche ſich mit dem Oxygen verbindet, einen ſauren Geſchmack erwarten, welches aber keinesweges Statt findet. Allein dieſe Ausdrücke werden von den Antiphlogiſtikern nicht in ſo ſtrengem Sinn genommen. Sie unterſcheiden ſelbſt die verſchie-

denen

denen Grade der Sättigung mit Oxygen, und erinnern ausdrücklich, daß der erſte unvollkommene Grad noch keine Acidität erzeuge. So bemerkt Hr. Girtanner, daß der ſäuerliche Geſchmack nicht bey allen Körpern zu bemerken ſey, die Sauerſtoff enthalten. Waſſer, Braunſtein, und alle Halbſäuren haben keinen ſäuerlichen Geſchmack, ungeachtet ſie Sauerſtoff enthalten. Man ſieht alſo hieraus, daß die Meinung der Antiphlogiſtiker nicht dahin geht, alles das für ſauer zu halten, was Sauerſtoff enthält. Dann ſollte aber auch nicht dieſer Stoff principium acidum, ſondern vielmehr principium acidificum genennt werden. Meiner Meinung nach hat man gar nicht nöthig, das Oxygen ſelbſt als ſauer zu betrachten; und gleichwohl kann es in Verbindung mit einem andern Körper eine Säure hervorbringen. Denn es läßt ſich gar wohl gedenken, daß zwey Körper in ihrer innigſten Verbindung Eigenſchaften erhalten, welche ein jeder Körper für ſich nicht hat; Beyſpiele hiervon geben die Neutral- und Mittelſalze, bey welchen keine Säure mehr zu ſpüren iſt. Warum ſollten nicht auch zwey Körper, von welchen keine Acidität für ſich zeiget, in ihrer innigen Verbindung eine Säure zuwege bringen?

M. ſ. Girtanner Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin 1795. 8. S. 51 u. f. Grens Journal der Phyſik B. III. S. 315 f. 507 f.

Saugen (ſuctio, ſuction, ſuccion). Wenn durch irgend eine Vorrichtung in einem hohlen Canale die in ſelbigem eingeſchloſſene Luft dünner, als die äußere atmoſphäriſche Luft gemacht wird, ſo treibt alsdann der Druck der Atmoſphäre alle Materien beſonders flüſſige, welche mit dem Canale in Gemeinſchaft ſtehen, durch jede Oeffnung nach allen Richtungen in denſelben hinein, ſo daß zuletzt bey fortgeſetzter Verdünnung der Luft in dem Canale flüſſige Körper ſeitwärts und aufwärts gebracht werden können. Dieſe Wirkung nennt man das **Saugen**.

Wenn die Röhre (fig. 44.) i e, welche mit einem an der innern Fläche genau anſchließenden Stempel f g verſehen iſt,

in

in ein mit einer Flüſſigkeit angefülltes Gefäß getaucht, und der Stempel bis zur Höhe h über dem Waſſerſpiegel a d gezogen wird, ſo folgt die Flüſſigkeit in der Röhre dem Stempel, und füllt den ganzen innern Raum h f g an; man ſagt alsdann, der Stempel ſauge. Allein es iſt der Stempel nicht, welcher die Flüſſigkeit nach ſich zieht, ſondern der Druck der über e f und g d liegenden äußern Luft treibt die Waſſerfläche f g in die Höhe, weil über ihr bis h durchs Aufziehen des Stempels ein luftleerer Raum geworden iſt, in welchem keine gleich elaſtiſche Luft jenem Drucke entgegen wirkt. Wird mit dem Munde geſaugt, ſo bilden Lippen und Gaumen den Canal, und die feſt anſchließende Zunge vertritt die Stelle des Stempels u. ſ. w. Saugt der Mund an einem langen Rohre, ſo iſt die innere Höhlung deſſelben bloß als eine Verlängerung des Canals, welchen Lippen und Gaumen bilden, anzuſehen; das Zurückziehen der Zunge verdünnt die Luft in dem Canale, und ſo wird durch den Druck der äußern elaſtiſchen Luft die Flüſſigkeit durch das Ende des Rohrs hineingetrieben. Auf ähnliche Art geſchieht das Einathmen der Luft; durch die Erweiterung und Vergrößerung des Raums in der Bruſthöhle und der Lunge wird die innere Luft verdünnt, und die dichtere äußere Luft durch das Uebergewicht ihrer Elaſticität hineingetrieben. Dieſes Saugen iſt alſo kein Erfolg einer anziehenden Kraft des Kolbens, Mundes u. dergl., wie die gemeine Redensart, Einziehen, anzudeuten ſcheint, ſondern rührt bloß vom Druck der äußern Luft her. Daher kommt es auch, daß alles Saugen im luftleeren Raume ganz wegfällt, und daß es ſelbſt in der atmoſphäriſchen Luft nur ſo weit geht, bis der Gegendruck, welchen die eingeſogene Materie vermöge ihres Gewichtes ausübt, dem Drucke der äußern Luft gleich wird. Aus dieſem Grunde kann das Waſſer durch Saugen nicht viel über 30 Fuß, und Queckſilber nicht viel über 26 Zoll ſenkrechter Höhe gehoben werden. M. ſ. Luftkreis.

Es gibt Körper, welche ſich mit Flüſſigkeiten anfüllen, wenn ſie mit dieſen in Berührung kommen. Auch dieß nennt man

man Saugen, aber in einer ganz andern Bedeutung des Wortes. So ſagt man z. B. Schwamm, Leinwand, Löſchpapier u. ſ. ſauge Waſſer, Pflanzen u. ſ. f. ſaugen Nahrungsſaft ein. Hier kann man gar nicht annehmen, daß das Eindringen der Feuchtigkeit in die Körper durch den Druck der Atmoſphäre erfolge, vielmehr muß hier ein ganz anderer Grund vom Eindringen der Feuchtigkeit geſucht werden, der vorzüglich in dem Bau der Körper und anderen auf ſie wirkenden Kräften zu ſuchen iſt. M. ſ. Haarröhren.

Saugwerk, Saugpumpe (antlia ſuctoria, pompe aſpirante) iſt eine Pumpe, worin das Waſſer beym Aufziehen des Stempels durch den Druck der Atmoſphäre in die Höhe gebracht wird. M. ſ. Pumpe, Saugen.

Es iſt eben nicht nothwendig, daß der Kolben in ſeinem niedrigſten Stande unter der Oberfläche des Waſſers ſich befinde, wie dieß bey der Einrichtung der gewöhnlichen Waſſerpumpen Statt hat, vielmehr kann er eine anſehnliche Strecke über ſelbiger ſeyn. In dieſem Falle treibt nun der Druck der Atmoſphäre auf die Oberfläche des Waſſers ſelbiges in die Röhre, wenn der Kolben höher gehoben, und hierdurch die unter dem Kolben befindliche Luft verdünnt worden, ehe es durch das Ventil des Stiefels tritt. Es iſt folglich hier ein wirkliches Saugen, ſo wie es im vorigen Artikel erklärt worden, vorhanden.

Die gewöhnliche Einrichtung einer Saugpumpe beſteht überhaupt in folgenden Stücken: die Pumpe beſteht aus zwey Röhren (fig. 45.) a b c d und e g h f, wovon die erſtere der Stiefel, und die andere, welche ins Waſſer zu ſtehen kommt, und nicht über 28 Fuß ſeyn kann, die Saugröhre, oder bey den Kunſtgezeugen im Bergbau, der Anſteckekiel, genannt wird. Der Stiefel, in welchen der Kolben auf- und niederſpielt, iſt etwas weiter, als die Saugröhre. Uebrigens ſind der Stiefel und die Saugröhre da, wo ſie an einander geſetzt werden, mit Rändern umgeben, zwiſchen welche ein lederner Ring gelegt, und alsdann alles vermittelſt Schrauben gehörig befeſtigt wird. Soll die Pumpe reines Waſſer

geben,

geben, ſo wird unten in der Saugröhre ein mit Löchern durchſtochenes Blech, der Seiher, angebracht. Der Stiefel iſt unten bey i, ſo wie der Kolben bey k mit einer Klappe oder einem Ventile verſehen. M. ſ. Pumpe.

Steht nun anfänglich der Kolben in ſeiner niedrigſten Stelle, ſo daß er das Ventil i unten im Stiefel unmittelbar berührt, ſo würde in dieſer Vorausſetzung zwiſchen beyden gar keine Luft befindlich ſeyn, wenn die untere Fläche des Kolbens an das Ventil allenthalben genau anſchlöſſe; die zwiſchen beyden anfangs befindliche Luft würde durch das Kolbenventil beym Niederſtoßen gänzlich heraus treten, und dieß würde die vollkommenſte Einrichtung der Pumpe ſeyn. Allein ſie läßt ſich nicht wohl ſo machen, daß ſie dieſer Vorausſetzung völlig gemäß wäre. Zwiſchen dem Kolben und dem Ventile wird ein kleiner Raum bleiben, welcher folglich Anfangs mit Luft von natürlicher Dichtigkeit angefüllt iſt. Wenn aber der Kolben nun bis zu ſeiner höchſten Stelle, etwa z. B. 4 Fuß hoch hinauf ſteigt, ſo breitet ſich die vorhin unter dem Kolben zurückgebliebene Luft in den ganzen Raum aus, der nun zwiſchen dem Kolben und Ventil leer wird. Hierdurch wird ihre Elaſticität vermindert, und die Elaſticität der in der Saugröhre befindlichen Luft iſt ſtärker; daher ſtößt ſie das Ventil i auf, und ein Theil von ihr tritt in den Stiefel hinein. Hierdurch wird zugleich die Elaſticität der in der Saugröhre zurückbleibenden Luft vermindert, ſo daß ſie mit der Elaſticität der äußern Luft nicht mehr im Gleichgewichte bleibt. Es wird daher die äußere Luft in der Saugröhre ſo viel Waſſer hineintreiben, bis das Gewicht der hineingetretenen Waſſerſäule mit dem Drucke der eingeſchloſſenen Luft zuſammen dem Drucke der Atmoſphäre gleich iſt. Indem ferner der Kolben von der höchſten bis zur niedrigſten Stelle zurückgeſtoßen wird, druckt er die unter ihm und über dem Stiefelventil i befindliche Luft zuſammen; dieſe ſchließt alſo das Stiefelventil, ſtößt das Kolbenventil auf, und tritt durch daſſelbe über den Kolben hinauf, einen kleinen Theil ausgenommen, welcher wie zu Anfange zwiſchen Kolben und

Stieſelventil zurückbleibt. Beym zweyten Hub des Kolbens wird nun eben das mit einem geringen Unterſchiede erfolgen, was beym erſten Hub erfolgte. Ueberhaupt ſieht man leicht, wenn der Kolben fortfährt, auf und nieder zu ſpielen, daß bey jedem neuen Hub das Waſſer in der Saugröhre höher ſteigen, und endlich durch das Ventil i in den Stiefel hineintreten müſſe; da es alsdann weiter mittelſt des Kolbens, wie bey der gemeinen Waſſerpumpe, bis zur Ausgußröhre a gehoben wird.

Ließe ſich die Einrichtung ſo machen, daß der Kolben in ſeinem niedrigſten Stande ganz genau an den Boden des Stiefels, und das daſelbſt befindliche Ventil anſchlöſſe, ſo würde das Waſſer allemahl bis in den Stiefel treten, und bis zur höchſten Stelle des Kolbens gehoben werden, wenn nämlich die größte Kolbenhöhe über dem Waſſerpaß m l nicht über 32 Rheinl. Fuß beträgt. In allen andern Fällen, wo zwiſchen dem Kolben in ſeinem niedrigſten Stande und dem Boden des Stiefels ein Zwiſchenraum bleibt, wird die in demſelben zurückbleibende Luft dem in der Saugröhre hinaufſteigenden Waſſer deſto mehr hinderlich ſeyn, je größer dieſer Zwiſchenraum iſt. Er heißt deßwegen der **ſchädliche Raum** der Pumpe, und die Pumpe iſt deſto vollkommener, je kleiner dieſer ſchädliche Raum iſt. Wenn man das Pumpenventil nicht im Boden des Stiefels, ſondern irgendwo in der Saugröhre anbringen wollte, ſo würde man hierdurch den ſchädlichen Raum vergrößern, und dieß deſto mehr, je niedriger das Ventil in der Saugröhre angebracht würde. Die allerunvollkommenſte Pumpe würde alſo diejenige ſeyn, welche ihr Ventil nicht am oberſten, ſondern am unterſten Ende der Saugröhre bey e f hätte.

Herr Parent [α]) war der erſte, der eine Theorie der Saugwerke entwarf, und ſie in acht Aufgaben mit Betrachtung des ſchädlichen Raumes, jedoch ohne Beweiſe der Auflöſungen, vortrug. Herr Belidor [β]) führt dieſe Aufgaben des

α) Recherches de phyſique et de mathem. Paris 1700.
β) Architect. hydraul. L. III, chap. 3. §. 919–926.

des Herrn **Parent** mit deſſen eigenen Worten an, und entwickelt hiernächſt die Theorie, worauf die Auflöſungen dieſer Aufgaben beruhen. Auch gibt Herr **Muſchenbroek** [a]) eine Theorie der Saugpumpen, welche Herr **Karſten** nebſt der Belidorſchen vorträgt, und zugleich einige Unrichtigkeiten ſeiner Vorgänger berichtiget. Der ſchädliche Raum hat aber nur ſo lange Einfluß auf die Pumpe, bis das Waſſer den Kolben erreicht hat. So bald dieß geſchehen iſt, ſo wird die Pumpe bey jedem Hub ſo viel Waſſer geben, als den körperlichen Raum des Kolbenzuges ausfüllt, wofern nur der Kolben nicht ſchneller ſteigt, als das Waſſer nachfolgen kann. In dieſem letztern Falle würden Unterſuchungen über die vortheilhafteſte Geſchwindigkeit der Kolbenzüge anzuſtellen ſeyn.

Bey dieſer beſchriebenen Einrichtung der Saugpumpe kann nur beym Heraufſteigen des Kolbens Waſſer gehoben werden, indem beym Herabſinken deſſelben das gehobene Waſſer durch ſeine Klappe geht. Um dieſen Stillſtand des zu hebenden Waſſers aufzuheben, pflegt man die Kolben zweyer Saugwerke ſo mit einander zu verbinden, daß ſie wechſelsweiſe ſteigen und ſinken, alſo der eine binnen der Zeit niedergeht, da der andere das Waſſer heraufſaugt. Eine ſolche Einrichtung wird ein **doppeltes Saugwerk** genennt, wobey alles ſo angeordnet werden kann, daß die Ausgußröhre beyder Stiefel ihr Waſſer in einerley Behälter ausſchütten, welcher dadurch einen beſtändig ununterbrochenen Zufluß erhält. Es können noch mehr, als ein Paar Saugwerke ſo mit einander verbunden ſeyn, daß binnen der Zeit die eine Hälfte Waſſer ſauget, da die Kolben der übrigen abwärts gehen, wodurch ein **zuſammengeſetztes Saugwerk** entſteht.

Iſt die Ausgußröhre nahe über dem höchſten Kolbenſtande befindlich, ſo iſt die ganze Maſchine ein bloßes Saugwerk, und heißt in der Sprache des Bergbaues ein **niedriger Satz**. Durch einen ſolchen läßt ſich das Waſſer nie höher

a) Introduct. ad phil. natur. Tom. II. §. 2125 ſeqq.

höher, als etwa 15 Ellen über ſeine natürliche Stelle heben. Die Größe des Widerſtandes, welchen die bey einem ſolchen Saugwerke angreiſende Kraft zu überwinden hat, iſt dem Gewichte einer Waſſerſäule gleich, deren Grundfläche der Grundfläche des Kolbens, und deren Höhe der Höhe des Kolbens von der Oberfläche des Waſſers gleich iſt. Es wird nämlich der Kolben von einer Luftſäule von oben herab ſo ſtark gedruckt, als wenn eine von 32 Fuß hohe Waſſerſäule darüber ſtände, deren Grundfläche der Grundfläche des Kolbens gleich iſt. Aber eben dieſer Kolben leidet auch gegen die Grundfläche einen aufwärts gerichteten Druck, welcher dem Gewichte einer Waſſerſäule gleich, deren Grundfläche mit der Grundfläche des Kolbens einerley, deren Höhe aber übrig bleibt, wenn man die Höhe von der Oberfläche des Waſſers bis zum Kolben von 32 Fuß ſubtrahiret. Setzt man alſo die Grundfläche des Kolbens $= \varepsilon$, die Höhe deſſelben von der Oberfläche des Waſſers $= \alpha$, und das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers $= \gamma$, ſo iſt der Druck gegen den Kolben von oben herab $= 32 . \varepsilon . \gamma$, und der Druck gegen eben dieſen Kolben von unten hinauf $= (32 - \alpha) \varepsilon . \gamma$. Subtrahiret man nun dieſen von jenem, ſo ergibt ſich $32 . \varepsilon . \gamma - (32 . - \alpha) \varepsilon . \gamma = (32 - 32 + \alpha) \varepsilon . \gamma = \alpha . \varepsilon . \gamma$, und ſo ſtark wird der Stempel unterwärts gedruckt, mithin muß auch die an der Zugſtange ziehende Kraft eben ſo groß ſeyn, um mit jenem Drucke das Gleichgewicht zu halten.

Es können Umſtände eintreten, wo die Höhe einer ſolchen Saugpumpe nicht hinreichend iſt; alsdann pfleget man auf dem Stiefel über a d noch ein Aufſatzrohr oder Steigerohr von ziemlicher Höhe zu ſetzen, an deſſen obern Ende erſt die Ausgußröhre befindlich iſt. Bey dem Bergbaue wird eine ſolche Einrichtung ein hoher Satz genennt. In einem ſolchen Falle wird der Kolben außer dem Drucke der Atmoſphäre noch den Druck von dieſer Waſſerſäule von oben herab leiden. Setzt man nun die Höhe dieſer Waſſerſäule über dem Kolben bis an die Ausgußröhre $= \beta$, ſo wird der ganze Widerſtand, welchen die Kraft an der Zugſtange zu über-

winden hat, dem Gewichte einer Waſſerſäule gleich, deren Grundfläche mit der Grundfläche des Kolbens einerley, und deren Höhe $= \alpha + \beta$ iſt, alſo ſo groß als die Höhe der Ausgußröhre über dem Waſſerpaß, wovon das Waſſer hinauf geſauget werden ſoll. Würde eine ſolche Höhe noch nicht hinreichend ſeyn, ſo müſſen mehrere Sätze über einander angebracht werden, wovon ein jeder mit einem doppelten Saugwerke mit Aufſatzrohre beſteht. Der untere Satz ſchüttet das Waſſer in einen beſondern Behälter, aus welchem der folgende Satz das Waſſer wieder in einen zweyten Behälter hebt u. ſ. f. Mittelſt ſolcher Anordnungen läßt ſich das Waſſer bis auf 200 Lachter hoch aus der Tiefe heben. Die Zug- und Kolbenſtangen, welche in jedem Satze durch das ganze Aufſatzrohr hindurchgehen, ſind durch die ſo genannten **Krummſen** oder **Armen** an den Kunſtſtangen feſt, welche bis zur ganzen Tiefe des zu hebenden Waſſers hinabreichen, und eben von den beyden Enden eines in der Mitte befeſtigten Balkens, der **Wage**, herabhangen. Beym Gange einer ſolchen Kunſt wendet ſich dieſe Wage in der Mitte als ihrem Ruhepunkte hin und her, wodurch ihre beyden Enden wechſelsweiſe auf- und abſteigen, und den Pumpenſtangen ihre nöthige auf- und niederſpielende Bewegung geben. Gewöhnlich iſt die Kraft, welche ein ſolches Kunſtwerk treibet, ein durchs Waſſer oder durch Wind in Bewegung geſetztes Rad mit einer ſtarken eiſernen Kurbel, welche mittelſt einer an ihr angebrachten Stange, oder auch im nöthigen Falle mittelſt ſo genannter Feldgeſtänge die Wage an beyden Enden auf- und niederſchiebet. Dieſe ſo genannten **Stangenkünſte** ſind von ungemein großem Nutzen, nicht nur im Bergbau, ſondern auch ſelbſt zu anderen Abſichten, bey welchen nothwendig viel Waſſer gebrauchet, und oft ſehr weit herbeygeſchaffet werden muß. Aus dem vorhin Angegebenen iſt es übrigens leicht zu beurtheilen, wie groß die an der Maſchine angebrachte Kraft ſeyn müſſe, um mit dem zu hebenden Waſſer das Gleichgewicht zu erhalten. Natürich wird dieſe Kraft etwas größer ausfallen, wenn das Kunſt-

werk

werk in Bewegung verſetzet werden ſoll; die Größe derſelben richtet ſich alsdann nach der Geſchwindigkeit der Bewegung, nach dem Verhältniſſe der Stiefel und der Saugröhren und nach der Länge der letztern. Je kleiner die Saugröhren ſeyn können, je langſamer die Bewegung der Kolben und je weiter der Querſchnitt der Stiefel in Vergleichung mit dem Querſchnitte der Saugröhren ſind, deſto kleiner iſt der Ueberſchuß der Kraft über diejenige, welche zum Gleichgewichte erfordert wird. Daher richtet man gewöhnlich die Saugröhren ſo ein, daß der Durchmeſſer des Querſchnittes derſelben $\frac{2}{3}$ bis $\frac{3}{4}$ von dem Durchmeſſer des Querſchnittes der Stiefel betrage. Beſchreibungen ſolcher Kunſtwerke findet man bey **Leupold** [α]), **Calvör** [β]) und im Bericht vom Bergbau [γ]).

Die Einrichtungen ſolcher Pumpen, welche beym Aufſteigen des Kolbens nicht allein das Waſſer ſaugen, ſondern auch heben, und beym Herabgehen deſſelben bloß das Waſſer durchs Ventil hindurchlaſſen, ſind eigentlich vereinbarte **Saug- und Druckwerke.** Indeſſen kann auch ein Saugwerk mit einem Druckwerke ſo verbunden ſeyn, daß der Kolben bloß das Waſſer ſauget, und beym Niedergehen in eine ſeitwärts gehende Röhre hinein druckt, und ſolche Kunſtwerke heißen ganz eigentlich vereinbarte **Saug- und Druckwerke** (antlia ſuctoria ſimul et compreſſoria.)

M. ſ. **Karſten** Lehrbegriff der geſammten Mathematik Th. V. Hydraulik. Abſchnitt XVII–XIX.

Scale, Gradleiter (ſcala, echelle) heißt in der Phyſik eine jede Theilung einer Linie in gleiche oder ungleiche Theile, dergleichen gewöhnlich den Nahmen der Grade führen. M. ſ. **Grade.** Was die Theilung betrifft, ſo beruhet dieſe theils auf der Abſicht und Natur des Werkzeuges, theils aber auch auf willkührliche Beſtimmungen. Beyſpiele

α) Theatr. machinar. general. cap. XXIV. §. 613. S. 179.
β) Acta hiſtorico-chronolog.-mechanica circa metallurgiam in Hercynia ſuperiori. Th. I. Cap. II. Abth. 2. §. 3.
γ) Freyberg 1769. 4. nachher Leipzig 1772. 4.

davon trifft man in den Artikeln, Aräometer, Barometer, Hygrometer, Thermometer an.

Weil es bey einem zweckmäßig eingerichteten phyſikaliſchen Werkzeuge, bey welchem Gradabtheilungen nothwendig ſind, vorzüglich darauf ankommt, die Abtheilungen genau bemerken zu können, ſo iſt es nicht genug, die Theile mit bloßen Punkten zu begrenzen, vielmehr müſſen ſie durch Linien bemerkbar gemacht werden. Zu dieſer Abſicht ziehe man nicht eine einzige, ſondern zwey oder mehrere Linien mit einander parallel, welche alle auf gleiche Art eingetheilet werden, und bemerket die Grenzen der Abtheilungen durch rechtwinkliche Querlinien. Auf ſolche Art erhält das Ganze die Aehnlichkeit einer Leiter, woher die Benennung der Scalen und der Grade oder Stufen entſtanden iſt.

Scophander, Schwimmkleid ſ. Schwimmen.

Schall (ſonus, ſon). Mit dieſem Nahmen druckt man gewiſſe Wirkungen für unſer Gehörorgan aus, welche entſtehen, wenn Körper in eine zitternde Bewegung kommen, oder auch die Luft in einem zuſammengepreßten Zuſtande war, und ſelbige durch eine enge Oeffnung ſchnell hervordringt, oder ſonſt auf irgend eine Art ſich ſchnell entwickelt. So entſteht ein Schall, wenn eine geſpannte Saite in eine ſchwingende Bewegung verſeßet wird, wenn eine Peitſche ſchnell in der Luft beweget wird, wenn entzündbare Luftarten angezündet werden u. ſ. f. Die Verſuche erweiſen, daß dieſe Wirkung unſer Gehörorgan nicht rühret, wenn im luftleeren Raume eine Saite in zitternde Bewegung gebracht wird, oder wenn an einen elaſtiſchen Körper angeſchlagen wird u. ſ. f. Es iſt daher die Luft ein vorzügliches Mittel, den Schall bis an unſer Gehör fortzupflanzen.

Bey einem jeden Schalle ſind aber zwey Bedingungen vorauszuſetzen, nämlich erſtlich der Körper, welcher einen Schall hervorbringen ſoll, und zwentens durch welche Mittel derſelbe bis zu unſerm Ohr fortgepflanzet wird. Um alſo von dem Schalle gehörig urtheilen zu können, iſt es nöthig, dieſe beyden Stücke näher zu unterſuchen.

Alle

Alle diejenigen Körper, deren Theile einer ſchwingenden Bewegung fähig ſind, geben unter gewiſſen Umſtänden Schalle, und heißen daher **ſchallende Körper** (corpora ſonora). Sehr oft iſt ein ſolcher ſchallender Körper die Luft ſelbſt, jedoch nie allein, ſondern alle Mahl in Verbindung mit andern Körpern, welche ſie in Bewegung verſetzen. Auf ſolche Art entſteht der Knall einer Peitſche, die ſtarken Explosionen beym ſchnellen Abbrennen gewiſſer Körper, das Krachen des Donners u. dergl. Denn hierdurch werden in der Luft heftige Bewegungen veranlaßt, welche nachher vermöge ihrer Elaſticität an diejenigen Stellen, woraus ſie vertrieben ward, plötzlich zurückkehret, und den Schall verurſachet. Das Brauſen des Windes und der Schall der Blasinſtrumente entſtehen durch den Stoß des Windes an andere ruhende Körper. Außerdem kann aber ein Schall ohne Zuthun der Luft bey allen elaſtiſchen Körpern entſtehen. Weil nun alle Körper Elaſticität beſitzen, ſo ſind auch alle Körper ſchallende Körper, die Körper mögen feſte oder flüſſige ſeyn. Denn vermöge der Elaſticität beſitzen die Körper die Fähigkeit, in ſchwingende Bewegung verſetzet zu werden. Daraus folget alſo, daß der Schall deſto ſtärker iſt, je mehr die Körper Elaſticität beſitzen, folglich je größer die Spannung der Theile iſt; daß er aber im Gegentheil deſto dumpfer iſt, je geringer die Elaſticität der Körper, folglich je geringer die Spannung der Theile iſt. Es kann alſo der Schall eines urſprünglich ſchallenden Körpers vermehret werden, wenn ſeine Elaſticität vermehret wird. In allen dieſen Fällen iſt zwar die Luft in ſo fern als mitwirkend zu betrachten, als ſie den Schall bis zu unſerm Ohr fortpflanzet, allein ſie träget nichts zur Entſtehung des Schalles bey.

Das Weſen des Schalles beſteht nicht in dem Zittern der kleinſten Körpertheilchen, wie man ſonſt allgemein glaubte. Zu dieſer Meinung ward man vorzüglich durch die Gründe und Verſuche der Hrrn. Perrault, Carre, und de la Hire *), welche

*) Experiences ſur le ſon in den mémoir. de Paris 1709. 1716.

welche auch Muſſchenbroek *) anführet, verleitet. So ſuchte man z. B. den Klang einer in Bewegung geſetzten geſpannten Saite nicht in dem Schwingen derſelben, ſondern in dem Zittern der kleinſten Theile, und ſelbſt Muſſchenbroek zeigt in einer Figur, wie ſich die Theile bey ihrem Zittern an einander hin und her ſchieben müſſen, um den Klang hervorzubringen. Allein neuere Verſuche, welche bereits unter dem Artikel, Klang, ſind angeführet worden, haben gelehret, daß bey klingenden Körpern gar kein Zittern der kleinſten Theilchen Statt finden kann. Vielmehr bleiben ſowohl bey klingenden Saiten, als auch bey tönenden Glocken, Scheiben, Stäben und Ringen einige Stellen ganz unbeweglich, die Theile um ſelbige herum aber beſitzen eine ſolche ſchwingende Bewegung, daß die Schwingungen auf beyden Seiten dieſer unbeweglichen Stellen (Schwingungsknoten) nach entgegengeſetzten Richtungen gehen.

Zum Beweiſe, daß das Zittern der kleinſten Theile nothwendig bey klingenden Körpern da ſeyn müſſe, führet de la Hire unter andern beſonders folgenden Verſuch an. Wenn die elaſtiſchen Schenkel einer Feuerzange zuſammengedruckt, und ſchnell fahren gelaſſen werden, ſo ſchwingen ſie, ohne zu klingen; werden ſie aber von außen her an einen harten Körper geſtoßen, ſo geben ſie augenblicklich einen Klang. Hieraus ſchließt er nun, daß der Schall nicht durchs Schwingen der ganzen Schenkel entſtehen könne, welches der Stoß an harte Körper eher vermindern müßte, ſondern aus dem Zittern der Theilchen, welches den Stoß hervorbringt. Auf eben dieſe Art oſcilliret eine ſtählerne Gabel, welche man locker zwiſchen zwey Finger hält, und damit auf den Teller ſchläget, ohne zu klingen; ſo bald man aber gleich nach dem Anſchlagen auf den Teller den Heft der Gabel an einen harten Körper bringt, ſo gibt ſie einen Klang. Wenn ferner eine klingende Saite einen Dämpfer berühret, ſo hört der Klang auf, obgleich die Saite noch immer fortſchwingt; wird aber ein Schlüſſel daran gehalten, an welchen ſie beym Schwin-

*) Introduct. ad philoſoph. natural. Tom. II. §. 2191 ſeq.

Schwingen ſtößt, ſo fängt der Klang von neuem an. Allein alle dieſe Erſcheinungen ſind keine Beweiſe für de la Hire's Satz. Vielmehr iſt ihre Erklärung dieſe. Es ſind nämlich die Schwingungen der ganzen Schenkel der Feuerzange, der ganzen Gabel, der gedämpften Saite u. ſ. w. zu langſam, um einen Klang hervorzubringen; durchs Anſtoßen derſelben an einen harten Körper aber werden die Schwingungsknoten verändert, wodurch die ſchwingenden Theile verkürzt werden, und daher ſchnellere Schwingungen entſtehen, die einen Klang zuwege zu bringen im Stande ſind. In den neuern Zeiten hat man jedoch das Zittern der kleinſten Theile des ſchallenden Körpers durch einen Verſuch erweiſen wollen *). Wenn man nämlich mit einem reinen naſſen Finger auf dem Rande eines mit Waſſer gefüllten Weinglaſes herumfähret, ſo erſcheinet in dem Augenblicke, da der feine ſchneidende Ton ſich hören läßt, auch die Oberfläche des Waſſers ringsum vom Rande bis etwa zur Hälfte nach dem Mittelpunkte, wie mit einem äußerſt feinen Netze oder einem Milchflor bedeckt. Dieſe wellenförmige Bewegung geht bis auf einige Tiefe unter der Waſſerfläche, und iſt an derjenigen Stelle am ſtärkſten, über welcher ſich jedes Mahl die ſtreichende Fingerſpitze befindet. Dieſer Verſuch, welchen ſchon Galiläi in ſeinen Dialogen über die Mechanik anführet, beweiſet offenbar, daß der geſtrichene Rand ſeine Geſtalt verändert, die beyden Hälften dieſes Ringes machen nämlich Schwingungen um feſte Punkte oder Schwingungsknoten, deren Stelle von dem jedesmahligen Orte des ſtreichenden Fingers abhängt. Die feinen ſich durchkreuzenden Waſſerwellen entſtehen daher, weil diejenigen Stellen, wo das Waſſer am ſtärkſten geſtoßen wird, und die Richtungen, nach welchen es geſtoßen wird, ſich alle Augenblicke durch Herumführung des Fingers ändern. Allein ſie beweiſen keinesweges, daß alle einzelne Theilchen des Glaſes zittern, und ſich an einander verſchieben. Ueberhaupt müſſen doch zuletzt auch diejenigen, welche das Zittern der klein-

*) Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte B. VII. St. 1. S. 46 u. f.

kleinſten Theilchen ſchallender Körper behaupten, Schwingungen des Ganzen oder größerer Theile annehmen, wenn ſie die Theorie des Klanges und der Töne gründlich erklären wollen.

Gewöhnlich unterſcheidet man die Wörter **Schall, Knall** und **Klang** von einander. Erfolgen nämlich die Schwingungen ſchallender Körper ſehr unregelmäßig und in zu geringer Anzahl, ſo heißt die daraus entſtehende Empfindung für unſer Gehör ein **Schall, Geräuſch, Getös.** Sind aber die Schwingungen gleichförmig, d. h. folgen ſie ſo auf einander, daß ſie gleichzeitig ſind, ſo entſteht ein **Klang.** Wenn endlich der Schall ſehr heftig iſt, und nur einen Augenblick dauert, ſo nennt man ihn einen **Knall.** Von dem Klange handelt ein eigener Artikel.

Die Stärke des Schalls hängt vorzüglich von der Beſchaffenheit des ſchallenden Körpers ab. Je elaſtiſcher dieſer iſt, und je mehr ſeine Theile geſpannt ſind, deſto ſtärker iſt der Schall. Eine ſchlaff geſpannte Saite gibt durch ihre Bewegungen keinen Klang; denn hierzu würde eine größere Spannung derſelben erfordert. Sobald aber die Theile eines ſtark geſpannten elaſtiſchen Körpers in Bewegung verſetzet werden, ſo kommen auch alle übrige Theile des ganzen Körpers, jedoch nicht auf gleiche Art in eine ſchwingende Bewegung. Es kommt hierbey beſonders auf die Geſtalt des Körpers, auf die Gleichförmigkeit ſeiner Dichte und des Zuſammenhanges der Theile, auf die Stelle, wo er durch eine äußere Kraft afficiret wird, auf die Stellen, wo er andere weniger elaſtiſche Körper berühret, und vielleicht noch auf andere noch nicht ganz bekannte Umſtände an. Alle dieſe Umſtände aber ſind es, wodurch die Schwingungsknoten, die Längen der verſchiedenen ſchwingenden Theile, die Größen der Bogen, welche die ſchwingenden Theile beſchreiben u. ſ. w. beſtimmt werden. Die Dauer und Stärke des Schalles hängen alsdann von der Dauer der Schwingungen, von der Menge der ſchwingenden Theile und der Größe der Schwingungsbogen ab.

Wenn

Wenn der Schall, welcher durch die Schwingungen der Theile der ſchallenden Körper entſtehet, unſer Gehör rühren ſoll, ſo müſſen nothwendig dieſe Schwingungen von dem Orte der Entſtehung bis zu unſerm Ohr fortgepflanzet werden. Ganz irrig würde aber die Vorſtellung ſeyn, wenn man, wie die Alten, glauben wollte, daß von dem ſchallenden Körper eine Materie gleichſam als eine ſchallmachende Materie ausflöſſe, bis zu unſerm Gehör fortgepflanzet würde, und ſo demſelben die Empfindung des Schalles eindruckte. Vielmehr müſſen andere Mittel vorhanden ſeyn welche durch die Schwingungen ſchallender Körper ähnliche Schwingungen erhalten, und ſelbige bis zu unſerm Ohr fortpflanzen. Diejenigen Körper alſo, welche in ſchwingende Bewegungen verſetzet werden können, müſſen als Mittel dienen, den Schall fortzupflanzen; dieß ſind aber alle Körper, alſo können auch alle Körper den Schall fortpflanzen. Es fließt hieraus, wie bey den urſprünglich ſchallenden Körpern, von ſelbſt, daß das Gehör einen deſto ſtärkern Schall empfinden müſſe, je größer die Elaſticität derjenigen Körper iſt, welche denſelben fortpflanzen. Zu den den Schall fortpflanzenden Mitteln gehören alſo ſowohl die feſten als auch flüſſigen Körper. Jedoch iſt das beſte den Schall fortleitende Mittel unſtreitig die Luft; denn eben dieſe beſitzet die Elaſticität in einem hohen Grade. Folglich muß auch der Schall in der Luft deſto ſtärker und heller ſeyn, je reiner, je wärmer und je dichter ſie iſt; im Gegentheil wird er deſto dumpfer ſeyn, je trüber und je unreiner die Luft iſt.

Sollen wir alſo durchs Gehör einen Schall empfinden, ſo iſt die Bedingung als weſentlich vorauszuſetzen, daß ſowohl der ſchallende Körper als auch der den Schall fortpflanzende Körper in eine zitternde Bewegung gebracht werde. Was demnach von der Bewegung der Körper überhaupt gilt, das muß auch hier in Betrachtung gezogen werden. Man muß folglich bey dem Schalle ebenfalls die Richtung, Geſchwindigkeit, die Zeit der Fortpflanzung des Schalles und die Maſſe der Körper in Erwägung ziehen. Die Geſetze des

Schalles gründen ſich bloß auf die Geſetze der wellenförmigen Bewegungen elaſtiſcher Körper und Mittel; daher ſollte auch die Lehre vom Schall nicht, wie gewöhnlich, bey der Lehre von der Luft, ſondern als ein eigener Abſchnitt bey der Theorie der Bewegungen der Körper überhaupt vorgetragen werden, wie Herr Chladni *) mit Recht erinnert hat.

Der Schall pflanzt ſich in der Luft, ſo wie das Licht in geraden Linien fort, und zwar nach allen Seiten hin, nach unten, nach oben und nach allen möglichen Richtungen. Hiervon überzeugt uns die Erfahrung hinlänglich, indem wir jederzeit die Objekte durchs Gehör eben ſo unterſcheiden, wie die Lage der ſichtbaren Objekte durchs Geſicht. Die Fortpflanzung des Schalles vom ſchallenden Körper wird auf folgende Art erklärt: es ſey (fig. 46.) a eine ſchwingende Saite, welche die elaſtiſche Luft bey a gegen b treibt, hierdurch werden a und b gegen c, dieſe drey gegen d, dieſe vier gegen e getrieben. Es widerſtehen aber a, b, c, d wegen ihrer Elaſticität, mithin wird die Luft immer dichter, bis endlich bey e ihre Dichtigkeit ſo groß iſt, daß ihr Widerſtand die Bewegung gerade aufhebt. Aber hierdurch hat ihre Elaſticität in e zugenommen, mithin dehnt ſie ſich nach beyden Seiten aus, treibt d, c, b, a in ihre vorige Stellen zurück, und ſtößt eben ſo viele Theile mit gleicher Geſchwindigkeit durch f, g, h fort, ſo daß die Dichtigkeit der Luſt bey h wiederum am ſtärkſten iſt; die Bewegung hört alsdann hier wieder auf; die Elaſticität der Luft bey h aber treibt g und f in ihre vorige Stellen zurück, und ſtößt zugleich die Luft in i gegen k u. ſ. f. Eine jede Schwingung der Saite bey a veranlaßt alſo ringsherum Abwechſelungen von Stellen, in welchen die Luft dichter oder dünner iſt, ſo daß dieſes abwechſelnde Zuſammendrücken und Ausdehnen der in gerader Linie auf einander folgenden Lufttheile bis zum Gehörorgane gehe. Eine ſolche Bewegung heißt wellenförmig, und die Stellen e, h, k, m, wo die Luft am dichteſten iſt, heißen

Schall-

*) Hindenburg Archiv der reinen und angewandten Mathematik Heft I. 1794. S. 127.

Schallwellen (undae ſonorae, pulſus ſonori, condenſationes reciprocae). Dieſe Schallwellen haben eine gewiſſe Aehnlichkeit mit den Wellen auf der Oberfläche des Waſſers, nur daß letztere aus Erhöhungen des Waſſers, die Schallwellen aber in Verdichtung der Luft beſtehen. Ueberdem verbreiten ſich die Waſſerwellen auch nur auf der Oberfläche, die Schallwellen hingegen im körperlichen Raume nach allen möglichen Richtungen, ſo daß die wellenförmige Bewegung den ſchallenden Körper eben ſo umgibt, wie die Oberflächen concentriſcher Kugeln den gemeinſchaftlichen Mittelpunkt dieſer Kugeln umgeben.

Weil die Lufttheile am Ende jeder Schwingung wieder in ihre vorige Stellen zurückkehren, ſo iſt dieſe wellenförmige Bewegung nicht fortſchreitend. Sie verurſachen alſo keinen Wind. Daraus iſt es begreiflich, warum die Flamme eines Lichtes ſich nicht bewege, wenn man gleich ſelbige nahe an einen ſtark klingenden Körper hält. Die Weite, auf welche ſich der Schall von einem ſchallenden Körper erſtreckt, hängt theils von der Stärke des Schalles, theils von der Elaſticität und Dichtigkeit der Luft, theils von der Lage des Ortes, wo der Schall entſtanden iſt, ab. Unter die Fortpflanzung des Schalles in verſchiedenen Luftarten hat Perolle [a]) verſchiedene Verſuche angeſtellt, und gefunden, daß ſich der Schall in der reinen, gemeinen und ſalpetergeſäuerten Luft am weiteſten fortpflanze, und in ſelbigen den hellſten und ſtärkſten Ton verurſache; im kohlengeſäuerten Gas war die Weite des fortpflanzenden Schalles weit geringer und im Waſſerſtoffgas noch geringer, ſo wie auch der Ton in jenem Gas nicht ſo helle und ſtark, und in dem letztern ganz dumpfig war. Hieraus erhellet alſo, daß ſich die Stärke des Schalles nicht immer nach der Dichtigkeit der Luft richte.

Was die Theorie der wellenförmigen Bewegungen in elaſtiſchen flüſſigen Mitteln betrifft, ſo hat dieſe Newton [β]) zuerſt

a) Mémoir. de l'Academ. roy. de Turin pour les ann. 1786 et 87. im Anhange.

β) Princip. L. II. ſect. 8. de motu per fluida propagato edit. an. 1687.

zuerſt auf beſtimmte Grundſätze gebracht. Erſtlich beweiſet er, daß ſich dieſe Bewegung in ſolchen Mitteln nach allen möglichen Richtungen geradlinigt verbreite, und die Pulſus in geraden Linien fortgehen, welche den ſchallenden Punkt, oder die Oeffnung, aus welcher der Schall hervorgeht, wie die Halbmeſſer der Kugel ihren Mittelpunkt umgeben; dagegen in unelaſtiſchen Mitteln die Bewegung augenblicklich nach den Stellen zu umgelenkt werde, welche ſonſt hinter dem bewegten Körper leer bleiben würden. Alsdann handelt er von den Oſcillationen des Waſſers in Röhren, und von der Geſchwindigkeit der Wellen, und zeigt, daß ſich die Geſchwindigkeiten der in einem elaſtiſchen Mittel fortgepflanzten Pulſus gerade, wie die Quadratwurzeln der Elaſticitäten, und verkehrt, wie die Quadratwurzeln der Dichtigkeiten verhalten, wenn die Elaſticität in jedem Mittel der Dichtigkeit proportional bleibt; daher in gleich dichten und gleich elaſtiſchen Mitteln die Pulſus mit gleicher Geſchwindigkeit fortgehen. Ferner erweiſet er, daß die hin und her gehenden Theile der flüſſigen Materie hierbey nach den Geſetzen der Schwungbewegung des Pendels beſchleunigt und verzögert werden, und daß daher die Anzahl der Pulſus beym Schalle mit der Anzahl der Schwingungen des ſchallenden Körpers einerley ſey. Darauf gründet er ſeine Methode, aus der Dichte und Elaſticität des Mittels die Geſchwindigkeit zu finden, mit welcher ſich die Pulſus fortpflanzen.

Hierzu wird folgender Lehrſatz gebraucht. Es ſey die Höhe einer Säule von gleichförmiger Dichtigkeit, welche eben ſo dicht iſt und eben ſo ſtark drückt, als das elaſtiſche Mittel an der gegebenen Stelle dicht iſt, und gedruckt wird, $= \gamma$ (gerade ſo, wie unter dem Artikel, **Höhemeſſung, barometriſche**, Th. II. S. 927. die Höhe einer Säule von flüſſiger Materie, die überall die Dichtigkeit der Luft im Horizonte hat, und gerade ſo ſtark drückt, als die Atmoſphäre, $\frac{\alpha}{\mu} = \gamma$ genannt ward). In der Zeit, in welcher ein Pendel von der Länge γ einen ganzen

Schwung

Schwung vollendet, gehen die Pulſus im beſtimmten Mittel durch einen Raum, welcher dem Umfange des Kreiſes vom Halbmeſſer γ gleich iſt. Iſt nun noch die Anzahl der Pulſus in einer gegebenen Zeit beſtimmt, ſo laſſen ſich die Abſtände der Pulſus von einander finden, wenn man den Raum, durch welchen die Bewegung in dieſer Zeit fortgeht, durch dieſe Anzahl dividirt.

Von dieſer Theorie macht Newton eine Anwendung auf die Beſtimmung der Geſchwindigkeit, womit ſich der Schall in der atmoſphäriſchen Luft fortpflanzt. Auf folgende Art läßt ſich dieſe Beſtimmung leicht überſehen. Ein Pendel von der Länge γ verrichtet einen ganzen Schwung in der Zeit

$$\pi\sqrt{\frac{2\gamma}{g}}$$ (ſ. Pendel. Th. III. S. 802.)

In eben dieſer Zeit gehen die Pulſus des Schalles durch den Raum $2\pi\gamma$, mithin in einer Sekunde durch den Raum

$$2\pi\gamma : \pi\sqrt{\frac{2\gamma}{g}} = \sqrt{2\gamma g};$$

dieſe Geſchwindigkeit iſt aber gerade diejenige, welche der Fallhöhe $\frac{1}{2}\gamma$ zugehöret. Folglich iſt nach Newton's Theorie die Geſchwindigkeit des Schalles ſo groß, als diejenige, welche ſchwere Körper beym freyen Falle durch die halbe Subtangente der logarithmiſchen Linie, welche bey den barometriſchen Höhenmeſſungen gebraucht wird, erlangen würden. In dieſer Formel kann man für γ die Werthe ſetzen, welche man unter dem Artikel, Höhenmeſſung (Th II. S. 948 u. 949.) nach verſchiedenen Schriftſtellern angegeben findet; g bedeutet aber die Fallhöhe der Körper in einer Sekunde, oder 15,°957 Pariſ. Fuß. M. ſ. Fall der Körper. Nimmt man nach de Lüc $\gamma = 4342$ Toiſen oder 26052 Fuß, ſo ergibt ſich der Weg des Schalles in einer Sekunde

$$= \sqrt{(2 . 26042 . 15,°957)} = 888 \text{ Pariſ. Fuß}$$

Newton nimmt ſeine Data nach engliſchem Maße an, und ſetzt in den neuern Ausgaben der Principien das Ver-

hältniß

hältniß der ſpeciſiſchen Gewichte der Luft und des Queckſilbers $1 : 13\frac{2}{3} \cdot 870 = 1 : 11890$, und findet daher für eine Barometerhöhe von 30 engliſchen Zollen $\gamma = \frac{30 \cdot 11890}{12} = 29725$ Fuß. Um g zu beſtimmen, nimmt er die Länge des Sekundenpendels $30\frac{1}{5}$ Zoll an, woraus ſich $g = 16{,}12$ engl. Fuß ergibt. M. ſ. Pendel (Th. II. S. 821.); es iſt alſo des Schalls Weg in einer Sekunde

$$\sqrt{(2 \cdot 29725 \cdot 16{,}12} = 979 \text{ engl. Fuß},$$

welche ungefähr 918 Pariſ. Fuß betragen, wenn man das Verhältniß des Pariſer Fußes zum engl. = 144 : 135 ſetzt.

Newton füget aber noch die Bemerkung hinzu, daß man noch auf die Dicke der einzelnen Lufttheilchen ſehen müſſe, wodurch die Fortpflanzung des Schalles ohne Zwiſchenzeit (in inſtanti) geſchehe. Nähme man nun an, die Dicke eines Lufttheilchens verhielte ſich zum Zwiſchenraume zwiſchen ihm und dem nächſten Theilchen wie 1 : 9, ſo würde ſich dadurch der Weg noch um $\frac{1}{9}$ vergrößern, und 1088 engl. Fuß in einer Sekunde betragen. Endlich ſetzt er noch hinzu: wenn die Dünſte nicht zur Fortpflanzung des Schalles beytrügen und doch die Dichtigkeit der reinen Luft vermindern, ſo müßte dieſerwegen der Schall geſchwinder fortgehen. Wäre z. B. unter 11 Theilen 1 Theil Dünſte, ſo werde die Geſchwindigkeit im Verhältniſſe $\sqrt{10} : \sqrt{11} = 20 : 21$ größer, und ſo könne man zu 1088 Fuß noch den 20ſten Theil oder 54 Fuß hinzuſetzen, und den Weg des Schalls in einer Sekunde 1142 engl. Fuß annehmen, welches etwa 1070 Pariſer Fuß ausmacht.

Dieſe letzten Berichtigungen ſcheinen aber von Newton nur dieſerwegen angenommen zu ſeyn, um die Theorie mit den Verſuchen zu vereinigen. Denn dieſe geben die Geſchwindigkeit des Schalles um einen ziemlichen Theil größer, als es nach Newton's Theorie ſeyn ſollte.

Zu Anfange des ſiebenzehnten Jahrhunderts ſtellte bereits Gaſſendi Verſuche über die Geſchwindigkeit der Fortpflanzung

pflanzung

pflanzung des Schalles an; dieſem folgte der P. Merſenna [α]), Rokerval und die Akademiſten zu Florenz [β]). In Frankreich machten Verſuche gemeinſchaftlich Caſſini, Huygens, Picard und Römer [γ]), ſo wie in England Roberts [δ]), Boyle [ε]), Walker [ζ]), Haller, Derham [η]) und Flamſtead. Mehr ins Große trieben dergleichen Verſuche Caſſini de Thury, Maraldi und de la Caille [θ]), und de la Condamine [ι]) ſtellte ſolche auch in Cayenne und bey Quinto an. Die Reſultate dieſer Verſuche haben theils Wolf [κ]), theils Winkler [λ]) angegeben. Bey neuern Verſuchen über die Geſchwindigkeit des Schalles in der atmoſphäriſchen Luſt hat man ſich mit vielem Vortheile der Tertienuhren bedienet. An ſolchen Uhren läuſt z. B. ein Zeiger in einer Sekunde um, und bemerket auf der in 60 Theile getheilten Scheibe des Zifferblattes Tertien. Zugleich iſt ein Drücker angebracht, womit man in jedem Augenblicke das ſtillſtehende Uhrwerk loslaſſen, oder das gehende hemmen kann, um die Zahl der Tertien in einer gewiſſen Zwiſchenzeit mit Ruhe bemerken zu können. Mittelſt einer ſolchen Uhr vom Herrn Klindworth in Göttingen bemerkten ſchon im Jahre 1778. die Herren Käſtner und Mayer auf der daſigen Sternwarte die Geſchwindigkeit des Schalles aus einer Entfernung, deren Größe aus einer gemeſſenen Standlinie beſtimmt war. Dazumahl ging gerade ein ſtarker Wind aus Norden, welcher dem Schalle entgegen wehete. Zu eben dieſer Abſicht gebrauchte der Herr Major Müller zu Göttingen 1791 eine vom Herrn Ahrens in Hannover verfer-

α) Phaenom. balliſtica prop. 39.
β) Tentam. exper. captorum in Academ. del Cimento edit. *Muſſchenbroek.* Lugd. Batav. 1731. 4. p. 113.
γ) *Du Hamel* hiſtor. Academ. reg. ſcient. L. II. ſect. 3. cap. 2.
δ) Philoſ. transact. no 200.
ε) Eſſay of languid. motion p. 24.
ζ) Philoſ. transact. no. 247. p. 433.
η) Philoſ. transact. no. 313. p. 3.
θ) Mémoi. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1738 et 1739.
ι) Voyage de la rivière des Amazon. p. 206.
κ) Nützliche Verſuche. Th. III. Cap. II. §. 11.
λ) Tentamina circa ſoni celeritatem per aërem atmoſphaericum. Lipſ. 1763. 4.

verfertigte Tertienuhr. Dieſer hatte auf dem Felde bey Göttingen unterſchiedene Linien theils mit 16 füßigen Stäben, theils mit der Kette, ſorgfältig gemeſſen. Aus beyderley Meſſungen, welche nicht ſehr von einander abwichen, kam für eine das Mittel = 9116 Calenberg. Fuß = 8223,3 Pariſ. Fuß. Am 9ten Septemb. Abends bey ganz heiterm Himmel und kaum merklichem öſtlichem Winde, welcher die Linie ungefähr ſenkrecht durchſchnitt, ließ er an einem Ende dieſer Linie ſtarke Canonenſchläge legen, und beobachtete am andern Ende Blitz und Knall. Die Zwiſchenzeit ward an der Uhr 7 Sekunden 54 Tertien gefunden; die übrigen Beobachtungen kamen dierſer ſehr nahe, keine wich über 6 Tertien ab; ein Mittel aus allen gab 7 Sekunden 54,25 Tertien *). Die Reſultate aller dieſer Verſuche zeiget folgende Tafel:

Beobachter.	Ort.	Weg des Schalls in 1 Sekunde.	
Gaſſendi	Frankreich	1473 Pariſ. Fuß	
Roberts	England	1219 — —	(1300 engl. Fuß)
Boyle	——	1125 — —	(1200 — —
Walker	——	1254 — —	(1338 — —
die Florentiner	Italien	1185 — —	
Merſenna	Frankreich	1380 — —	
Caſſini, Huygens ꝛc.	——	1172 — —	
Flamſtead, Derham ꝛc.	England	1070 — —	(1142 engl. Fuß)
Caſſini, Maraldi ꝛc.	Frankreich	{1038 — — {1041 — —	
de la Condamine	Cayenne	1011 — —	
—— ——	Quito	1050 — —	
Käſtner, Mayer	Göttingen	{1034 — — {1037 — —	
Müller	——	1040,3 — —	

Die Abweichung dieſer Reſultate von einander rührt allem Vermuthen nach von der veränderlichen Beſchaffenheit der Atmoſphäre her. Die Verſuche der beyden Caſſini, welche doch in einerley Lande angeſtellet ſind, geben in einer Sekunde einen Unterſchied von 134 Fuß. Bey einem trockenen und elaſtiſchen Zuſtande der Luft muß die Geſchwindigkeit allezeit größer ſeyn. Nach den verſchiedentlich angeſtell-

ten

*) Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. VIII. St. 1. S. 170.

ten Verſuchen von Derham in England bleibt die Geſchwindigkeit zu allen Zeiten im Sommer und Winter gleich groß; allein Bianconi *) bemerket, der Schall ſey im Winter langſamer, und lege einen Weg von 13 italiäniſchen Meilen um 4 Sekunden ſpäter zurück, als im Sommer. Die Verſuche von Caſſini, Maraldi und de la Caille, mit welchen auch die von Käſtner und Müller angeſtellten übereinſtimmen, ſind mit großer Genauigkeit und auf einer Linie von 14636 Toiſen angeſtellt, welche ſich von der Pyramide auf Montmarton bis zum Thurme von Mont-Chery erſtreckte. Man kann daher ihr Reſultat als eines der richtigſten unter allen anſehen. Nimmt man die Geſchwindigkeit des Schalles in der atmoſphäriſchen Luft = 1,000 an, ſo iſt dieſelbe nach den Verſuchen des Hrn. Perolle in der Lebensluft = 1,135, in der ſalpetergeſäuerten Luft = 1,130, in der kohlengeſäuerten Luft = 0,820, und in dem Waſſerſtoffgas = 0,234.

Durch dieſe Verſuche hat man noch folgende merkwürdige Sätze in Anſehung der Fortpflanzung des Schalles beſtätiget gefunden: die Fortpflanzung des Schalles iſt gleichförmig, und die Geſchwindigkeit deſſelben unveränderlich; die Geſchwindigkeit iſt einerley, es mag der Schall ſchwach oder ſtark ſeyn; hingegen alles, was die Elaſticität der Luft ändert, verurſachet auch eine Veränderung des Schalles in Anſehung der Geſchwindigkeit; dahin gehöret Wärme und Kälte, Feuchtigkeit und Trockenheit, Verdichtung und Verdünnung der Luft; wenn der Wind nach einer Richtung bläſet, welche auf der Richtung des Schalles ſenkrecht iſt, ſo bleibt die Geſchwindigkeit deſſelben unverändert; bläſet aber der Wind in einer Richtung, welche mit der Richtung des Schalles parallel iſt, ſo vermehret er die Geſchwindigkeit deſſelben, wenn er mit dem Schall nach einerley Richtung gehet, vermindert ſie aber, wenn er demſelben entgegen bläſet.

Dieſe

*) Comment. Bonon. Vol. II. p. 365. überſ. im Hamburg. Magaz. B. XVI. S. 476 u. f.

Dieſe Beſtimmungen kann man gebrauchen, um die Entfernungen der Oerter zu ſchätzen, in welchen Licht und Schall zugleich entſtehet, wie beym Abfeuern der Canonen, beym Blitz und Donner u. ſ. w. Hierbey nimmt man nämlich das Licht wegen ſeiner außerordentlichen Geſchwindigkeit im Augenblicke der Entſtehung gewahr; den Schall aber hört man nach einer kleinen Zwiſchenzeit, welche der Schall zur Zurücklegung ſeines Weges nöthig hat. Dieſe Zwiſchenzeit gibt die Entfernung des Ortes, wenn man für jede Sekunde etwa 174 bis 180 Toiſen rechnet. Die Tiefe eines Brunnens aus der Zwiſchenzeit zu finden, binnen welcher man den Schall eines hineinfallenden Steines höret, lehren Newton α) und Kästner β).

Alle dieſe Reſultate der angeſtellten Verſuche, wenn ſie auch beträchtlich von einander abweichen, geben doch mehr, als Newton's theoretiſche Beſtimmungen; nämlich für jede Sekunde faſt 175 Toiſen, da Newton kaum 150 findet. Dieſer beträchtliche Unterſchied, welcher mehr als ein Sechstel des Ganzen ausmacht, hat die Theoretiker ſehr beſchäfftiget. Newton ſelbſt nimmt hiezu, wie bereits angeführet worden, die Dicke der Lufttheilchen und die Dünſte zu Hülfe, deren Wirkung er ſo groß annimmt, daß die wahren Reſultate daraus entſtehen. Euler γ) will aber damit nicht zufrieden ſeyn, und glaubt, wenn der zehnte Theil der Luft aus harten Kügelchen beſtehe, ſo würde ſich die Luft nicht über zehn Mahl verdichten laſſen, welches wider alle Erfahrung ſey. Allein nach Newton's Vorſtellung verhält ſich dieß gar nicht ſo. Denn hiernach beträgt wohl der Durchmeſſer des Lufttheilchens, der eine Linie iſt, den zehnten Theil des Abſtandes vom nächſten Theilchen, aber die Summe der Lufttheilchen ſelbſt, welche Körper ſind, beträgt nicht den zehnten, ſondern nur den tauſendſten Theil des ganzen körperlichen Volumens; mithin folget nur, daß ſich die Luft nicht

α) Arithmetica uniuerſalis, prob. 50.
β) Mathematiſche Abhandl. vermiſchten Inhalts. Erfurt 1794. Nr. 4.
γ) Coniectura phyſica circa propagationem ſoni ac luminis. Berol. 1750. 4. §. VII.

nicht über tauſend Mahl verdichten laſſe, welches mit der Erfahrung eben nicht ſtritte. Indeſſen billiget Euler ſelbſt Newton's Theorie, und ſucht nur die Erfahrungen auf einem andern Wege zu erklären. Er nimmt nämlich an, daß ein einziger Pulſus in einer Sekunde genau um 979 eng. Fuß fortgehen werde, und für dieſen Fall ſey die Theorie berechnet. Wenn hingegen mehrere Pulſus auf einander folgten, ſo werde die Geſchwindigkeit der erſten Pulſus durch den Stoß der nachfolgenden vergrößert, und dieß ſey der Fall bey den Verſuchen, wo alſo die Geſchwindigkeit von der Anzahl der Pulſus abhange. Eben dieſer Theorie bedienet ſich auch Euler bey der Fortpflanzung des Lichtes. Nur ſcheinet hiernach zu folgen, daß höhere Töne mit größerer Geſchwindigkeit, als tiefere, ſich fortpflanzen müßten, welches doch der Erfahrung ganz widerſpricht.

Wichtigere Gründe gegen Newton's Theorie, als Euler, hat Herr Gabriel Cramer zu Genf angeführet. Es zeigt dieſer nämlich, daß die 47. propoſ. ad Lib. II. der Newtoniſchen princip. nach der Ausgabe der P. P Jacquier und le Sieur (in der alten Ausgabe iſt es die 48. propoſ.) auf keinem bündigen Beweisgrunde beruhe, weil ſie auf gleiche Art zum Beweiſe ganz anderer und offenbar irriger Sätze dienen könne. So erweiſet er z. B. eben ſo, wie Newton, daß die hin und her gehenden Theilchen nicht nach den Geſetzen des Pendels, ſondern wie die frey fallenden und aufſteigenden ſchweren Körper, beſchleuniget und verzögert werden müſſen, welches doch offenbar irrig iſt. Es haben zwar die Commentatoren Newton's Satz durch eine weitläuftige Berechnung zu rechtfertigen, und die Demonſtrationen mehr auf die Natur elaſtiſcher Mittel zu gründen geſuchet; allein es bleiben doch hiebey immer noch zu viele willkührliche Vorausſetzungen, als daß man dieſe Theorie für ganz richtig halten könnte, beſonders da ihre Abweichung von den Verſuchen ſo beträchtlich iſt.

Herr Wünſch *) machte den Verſuch, eine neue Theorie des Schalles aufzuſtellen. Er ſetzt voraus, daß die Luft eine eigene Geſchwindigkeit beſitze, mit welcher ſie ausweiche, wenn man ihr Platz verſtatte, und zeiget nach einer ganz eigenen Vorſtellungsart von der Fortpflanzung des Schalles, daß eben dieſes auch die Geſchwindigkeit des Schalles ſeyn müſſe. Bey einer jeden Luftſäule ſtellt er ſich einen Schwerpunkt vor, und verſteht darunter denjenigen Ort der Säule, welcher eben ſo viel Luft über ſich als unter ſich hat (wo z. B. das Barometer auf 14 Zoll ſteht, wenn es ſich an der Erdfläche 28 Zoll hoch hält). Nach ſeiner Meinung dringt nun jede Luftſäule in leere Räume mit derjenigen Geſchwindigkeit, welche der Höhe ihres Schwerpunktes zugehöret. Die Höhe des Schwerpunktes der Luftſäulen über der Erdfläche beſtimmt Herr Wünſch nach einer Methode, welche bereits unter dem Artikel, Höhenmeſſung (Th II. S. 946.) durch die Differenzen der Wurzeln vierter Potenz aus den Barometerhöhen angeführt iſt, und findet ſie, wenn man das Verhältniß der Gewichte der Luft und des Queckſilbers = 1 : 11900 ſetzet (für die Barometerhöhe 28 Pariſer Zoll), = 17750 Pariſer Fuß. In dieſer Höhe ſteht alsdann nach Herrn Wünſch das Barometer auf 14 Zoll, und ihr gehört wirklich die Geſchwindigkeit von 1037 Pariſ. Fuß in einer Sekunde zu. Dieſe ſo genaue Uebereinſtimmung mit den richtigſten Verſuchen über die Fortpflanzung des Schalles hält Herr Wünſch für zuverläſſige Richtigkeit ſeiner Theorie. Allein ſo ſehr auch dieſes Reſultat mit dem der Verſuche zuſammentrifft, ſo ſind doch die Gründe, worauf dieſe Theorie ſo wohl als auch die der Höhenmeſſung beruhet, bloß willkührliche und ſehr unwahrſcheinliche Vorausſetzungen, ſo daß dieß Zuſammentreffen mit der Erfahrung ſchwerlich mehr, als bloßer Zufall, angeſehen werden kann. Es iſt dem Weſen der flüſſigen Materie gar nicht angemeſſen, ſich bey Bewegungen derſelben Schwerpunkte vorzuſtellen, weil ſich hier jeder Theil für ſich bewegt; und eben darin liegt die Schwierigkeit, daß die Theorie der Fortpflanzung des Schalles ſo ſchwer und dunkel iſt.

Es

*) Inita nouae doctrinae de natura ſoni. Lipſ. 1776. 4.

Es iſt oft der Fall, daß in ein und der nämlichen Luftmaſſe ſehr viele verſchiedene Töne zu gleicher Zeit fortgepflanzet werden, ohne ſich zu ſtören. Der Herr von Mairan α), welchem es unbegreiflich war, daß die Luft, in einem oft ſo engen und eingeſchränkten Orte Pulſus von ſo verſchiedenen Succeſſionsreihen zugleich annehmen und jede Reihe für ſich fortpflanzen könne, nahm daher für jeden Ton eine eigene Art von Lufttheilchen an, welche eine ihm gemäße Elaſticität oder Spannung beſäßen, ſo daß jeder Ton allein die ihm zugehörigen Theilchen in ſchwingende Bewegung verſetze. Wenn man nach deſſen Meinung einen Schall erregen könnte, welcher gar keine ihm gemäße elaſtiſchen Lufttheilchen hätte, ſo würde derſelbe auch für unſer Gehör nicht empfindbar ſeyn. Dieſe Meinung wird aber von Eulern β) beſonders dadurch widerleget; daß ein Mittel aus Theilchen von ſo verſchiedenen Elaſticitäten gar nicht vorhanden ſeyn könne, weil die ſchwächern elaſtiſchen Theile von den ſtärkern ſo lange zuſammengedruckt werden müßten, bis ſie alle einerley Elaſticität beſäßen. Weil überdem zunächſt um einen Theil nur eine gewiſſe Anzahl anderer Theile vorhanden ſeyn kann, ſo würden auch nur an wenigen Stellen gleich elaſtiſche Theilchen ſich am nächſten ſeyn; welche ſich aber nicht die nächſten ſind, und durch andere elaſtiſche Theile getrennt wären, könnten ſich ihre Bewegung nicht mittheilen, ohne die dazwiſchen liegenden zugleich mit in Bewegung zu ſetzen.

Weil ſich der Schall von einem ſchallenden Körper nach allen Seiten, wie die Halbmeſſer einer Kugel, ausbreitet, ſo folgt, daß die Stärke deſſelben abnimmt, umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen von den ſchallenden Körpern zunehmen. Es iſt alſo der Schall in einer doppelten Entfernung vier Mahl, in einer dreyfachen Entfernung neun Mahl ſchwächer u. ſ. f. Uebrigens wird nach der gewöhnlichen Theorie angenommen, daß ſich die Stärke des Schalles gerade wie die

α) Mémoir. de l'Academ. roy. des ſcienc. de Paris 1737. ingl. Journ. des ſavans. Juin 1741. p. 174.

β) Noua theoria lucis et color. §. 60 ſeqq.

die Dichtigkeit der Luft, wie die Größe der ſchallenden Oberfläche, und wie die Elaſticität des ſchallenden Körpers verhalte. Die Erfahrungen des Herrn Perolle erweiſen aber, daß ſich die Stärke des Schalles nicht alle Mahl nach der Dichtigkeit der Luft richte. Ueberhaupt wäre es zu wünſchen, daß dieſerwegen mehrere Verſuche angeſtellet würden.

Es kann ſich der Schall, wenn er ſehr ſtark iſt, weit fortpflanzen. Die Canonen, welche zu Florenz abgefeuert wurden, hörte man 50 italiäniſche Meilen weit zu Livorno, und noch 5 Meilen weiter. Hiebey hat jedoch die Lage der Oerter, wo der Schall entſtehet, und die Beſchaffenheit der Atmoſphäre großen Einfluß. So konnte Godin den Knall einer auf dem Pambamarca abgebrannten neunpfündigen Canone in Quito ſchon nicht mehr hören, obgleich beyde Oerter nur 19000 Toiſen weit von einander liegen, weil viele Thäler dazwiſchen ſich befinden. Ueberdem verſtärket verdichtete und erwärmte Luft den Schall, wie dieß beſonders durch einen Wecker erwieſen wird, welcher in eine Glocke oder Papiniſchen Digeſtor eingeſchloſſen iſt, und zu der Zeit, worauf er geſtellet worden, losſchläget. Hawksbee [α]), s'Graveſand [β]) und Zanotti [γ]) haben dieſen Verſuch gemacht.

Weil man ſich die wellenförmigen Fortpflanzungen des Schalles von dem ſchallenden Körper als gerade Linien vorſtellen kann, welche eben ſo, wie das Licht, nach allen Seiten hin ſich verbreiten, ſo läßt ſich auch die Betrachtung der Wege des Schalles auf die Geometrie zurückbringen. Die Lehre vom Schalle überhaupt wird die Akuſtik oder Phonik genannt. Man hat ſogar dieſe Lehre, nach dem Beyſpiele der optiſchen Wiſſenſchaften, in drey beſondere Theile abtheilen wollen, wovon der erſte auf den geradlinigten, der zweyte auf den gebrochenen, und der dritte auf den zurückgeworfenen Schall ſich einſchränken ſoll. Allein die Lehre des gebro-

α) Phyſico-mechanical experiments.
β) Element. phyſic. mathemat. §. 2354.
γ) Comment. Bonon. Vol. I. p. 173.

gebrochenen Schalles iſt noch gänzlich unbekannt. Was aber den zurückgeworfenen Schall betrifft, ſo gründen ſich darauf die Erſcheinungen des Echo, des Hörrohrs, des Sprachrohrs, der Sprachſäle u. ſ. f. von welchen eigene Artikel handeln.

Es iſt bereits ſchon oben bemerket worden, daß die Luft nicht allein das Mittel iſt, den Schall fortzupflanzen, ſondern daß überhaupt alle Körper dieſe Fähigkeit beſitzen. So hört man den Wecker ſelbſt im luftleeren Raume unter der Glocke einer Luftpumpe, wenn er auf den metallenen Teller geſetzet worden. Ja ſelbſt taube Menſchen, deren Gehörorgane nicht gänzlich unempfindlich ſind, können den Schall hören, wenn ſie einen Draht oder ein hartes Stück Holz zwiſchen die Zähne nehmen, und ſelbiges an den Rand eines Keſſels halten, in welchen ſtark hineingerufen wird. Eben ſo pflanzt ſich der Schall im Waſſer fort. Die Taucher hören ſchwach, aber doch deutlich, unter dem Waſſer, was oben in der Luft gerufen wird [α]). Selbſt Nollet [β]) tauchte ſich unter, und hörte drey Fuß unter Waſſer allerley Laute, welche am Ufer gegeben wurden. Man hört auch einen Schall, wenn ein Wecker einige Ellen tief unter Waſſer gebracht wird, ſo wie das Klappen elfenbeinerner Kugeln, welche an Faden tief unter Waſſer verſenket und zuſammengeſchlagen werden. Was aber die Geſetze betrifft, nach welchen ſich der Schall in andern Körpern fortpflanzet, ſo ſind dieſe noch lange nicht genug unterſuchet worden. D. Hook [γ]) glaubte den Schall durch einen langen Draht in inſtanti, oder wenigſtens mit der Geſchwindigkeit des Lichtes, fortpflanzen zu können. Eben dieß glaubte auch Herr Wünſch [δ]) durch folgenden Verſuch beobachtet zu haben: er fügte 36 Dachlatten, jede zu 24 Fuß Länge, mit Zapfen an einander, und hing dieſe Verbindung horizontal ſo auf, daß ihre bey-

α) Journal de ſavans 1778. p. 178.
β) Leçons de phyſique experim. Tom. III. p. 417.
γ) Mictographia in praefat.
δ) Sammlung der deutſchen Abhandl., welche in der königl. Akad. der Wiſſenſ. vorgeleſen werden in den Jahren 1788. 1789. Berlin 1793. 4.

den Theile Schenkel eines rechtwinklichten Dreyecks bildeten, deſſen Hypothenuſe 620 Fuß lang war. Das Ohr am Ende der Latten hörte den Schlag des Hammers auf das andere Ende durch die Latten in eben dem Augenblicke, durch die Diagonallinie in der Luft ½ Sekunde ſpäter. Es geht daher der Schall durch an einander liegende elaſtiſche Körper um ein beträchtliches ſchneller, als durch die Luft. Ob aber daraus geſchloſſen werden könne, daß der Schall durch ſolche Körper eben ſo ſchnell, wie das Licht, ſich fortpflanze, das läßt ſich bey einer ſo geringen Entfernung nicht ausmachen. Man nehme z B. an, die Geſchwindigkeit des Schalles durchs Holz ſey nur 100 Mahl ſo groß, als die durch die Luft, ſo wird er durch die 864 Fuß Latten in 0,42 Tertien gehen, einer Zeit, die kein Menſch bemerken kann. Daher wird man ihn in eben demſelben Augenblicke zu hören glauben, wiewohl ſeine Geſchwindigkeit noch 9760 Mahl geringer, als die des Lichtes iſt.

Wie es endlich zugehe, daß wir den Schall durch unſer Gehör empfinden, das gehöret mehr in die Seelenlehre als hieher. Die äußern Werkzeuge, oder die Gehörorgane dienen bloß dazu, um den Schall bis zum Gehirn fortzupflanzen, da wir ſodann die Empfindung vom Schalle erhalten. Wie der Schall durch die Gehörorgane fortgepflanzet werde, iſt bereits unter dem Artikel, Gehör (Th. II. S. 720 f.), ſo wie es bis jetzt wahrſcheinlich bekannt iſt, angeführet worden.

M. ſ. *Muſſchenbroek* introductio ad philoſoph. natural. Tom. II. §. 2189 ſeq. *Newtoni* princip. philoſ. mathem. L. II. ſect. VIII. Gren Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 447 f.

Schallende Körper ſ. Schall.

Schallſtrahlen ſ. Schall.

Schaltjahr ſ. Jahr.

Schalttag ſ. Jahr.

Schatten (vmbra, ombre) heißt der Mangel des Lichtes durch einen im Wege ſtehenden dunkeln Körper. Wenn nämlich ein leuchtender Punkt ſein Licht auf einen undurch-

ſichtigen

ſichtigen Körper wirft, ſo iſt zwar ſelbiges jederzeit in einem pyramiden- oder kegelförmigen Raume enthalten, aber in denjenigen Raum, welcher zu dieſer Pyramide gehöret, wenn ſie auf der andern Seite des Körpers erweitert wird, kann kein Licht kommen; und man ſagt alsdann, daß hier ein Schatten entſtehe. Auch werden Flächen anderer Körper, welche hinter einem undurchſichtigen Körper liegen, nicht erleuchtet, weil der undurchſichtige Körper den geradlinigten Fortgang des Lichtes aufhält. Daher werfen undurchſichtige Körper auf Flächen, welche hinter ihnen liegen, Schatten in gerader Linie dem Lichte gegenüber. Auch nennt man wohl Kürze halber den unerleuchteten Raum von einem undurchſichtigen Körper den Schatten, welchen man ſich als einen geometriſchen Körper vorſtellet, deſſen Figur von der Geſtalt des Körpers abhängt, der den Schatten wirft.

Es ſey (fig. 47.) e f ein undurchſichtiger Körper, welcher von den leuchtenden Punkten a, b, c, d erleuchtet wird, ſo fallen auf dieſen Körper die Strahlenpyramiden a o k, i b n, h c m, g d l. Daraus folgt, daß der dunkle Körper mehr als einen Schatten werfen müſſe, nämlich ſo viele als ſtrahlende Punkte vorhanden ſind, welche die Spitzen der auf den Körper fallenden Lichtpyramiden abgeben. Weil nun auf einem leuchtenden Körper unzählig viele leuchtende Punkte gedacht werden können, wovon ein großer Theil Licht auf einen dunkeln Körper wirft, ſo muß auch der dunkle Körper ſo viele Schatten werfen, als ſtrahlende Punkte von dem leuchtenden Körper auf ihn fallen. Den Raum e f l k, worein gar kein Licht fällt, heißt alsdann der **volle Schatten** oder **Kernſchatten**, derjenige aber, welcher noch zum Theil erleuchtet wird, der **Halbſchatten**. Wenn von dem Schatten eines Körpers ſchlechthin die Rede iſt, ſo verſteht man gewöhnlich darunter den Kernſchatten.

Von der Größe des leuchtenden Körpers aber gegen den dunkeln hängt die Geſtalt des Kernſchattens ab. Wäre der leuchtende Körper eine Kugel, ſo iſt alsdann der Kernſchatten dunkler Kugeln entweder cylinderförmig oder kegelförmig. Der Schatten einer dunkeln Kugel iſt cylinderförmig, wenn

die leuchtende Kugel mit der dunkeln von gleichem Halbmeſſer iſt, kegelförmig, wenn beyde Kugeln ungleiche Durchmeſſer beſitzen. Wäre alsdann die dunkle Kugel größer als die leuchtende, ſo wird der Kernſchatten, wie ein umgekehrter abgekürzter gerader Kegel, immer breiter, je weiter er fortgehet; iſt hingegen die leuchtende Kugel größer, ſo läuft der Kernſchatten in eine Spitze zu. Letzteres iſt der Fall bey den Schatten, welche die Planeten und Monden der Sonne gegenüber werfen, wie ſolches die fig. 48. zeiget.

Nennt man alsdann den Halbmeſſer a b der leuchtenden Kugel $= r$, und den d e der dunkeln Kugel $= \varrho$; die Entfernung ihrer Mittelpunkte von einander aber $a\,d = \alpha$, ſo hat man wegen der Aehnlichkeit der Dreyecke c d e und c a b

$ab : ac = de : dc$ oder

$r : ac = \varrho : dc$, alſo auch

$r - \varrho : ac - dc = \varrho : dc$ oder

$r - \varrho : \alpha = \varrho : dc$, und daher

$dc = \frac{\alpha \cdot \varrho}{r - \varrho}$. Aus dieſer Formel findet man alſo ſehr leicht die Länge des Schattens, wenn die Halbmeſſer der Sonne und des Planeten nebſt der Entfernung beyder Körper von einander bekannt ſind.

Es ſey der Sonnenhalbmeſſer $r = 110$, der Halbmeſſer der Erde $\varrho = 1$, und $\alpha = 23436$, ſo findet man

$$\text{l. } \alpha = 4{,}3698834$$
$$\text{l. } (r - \varrho) = 2{,}0374265$$
$$\text{l. } \frac{\alpha}{r - \varrho} = 2{,}3324569,$$

folglich die Länge des Kernſchattens, welchen die Erde wirft, etwa $215 \cdot \varrho$. Weil nun der Mond in der mittlern Entfernung etwa 60 Erdhalbmeſſer von d abſtehet, ſo kann dieſer der Sonne gegenüber geſehen gar wohl in den Kernſchatten der Erde kommen, und eine Mondfinſterniß zuwege bringen. M. ſ. Finſterniß.

Wenn auf einer wagrechten Ebene (fig. 49) a b ein Körper c d ſenkrecht ſteht, ſo nennt man alsdann den Schatten

de,

d e, welchen der Körper d c auf die wagrechte Ebene a b wirft, den geraden Schatten (vmbra recta, ombre droite); wenn aber die Ebene (fig. 50.) a b vertikal ſtehet, und ein Körper c d befindet ſich auf dieſer Ebene ſenkrecht, ſo heißt alsdann der Schatten d e, welchen der Körper wirft, der verkehrte Schatten (vmbra verſa, ombre verſe, ou renverſée). Bey Beſtimmung des geraden und verkehrten Schattens kommt es auf nichts weiter als auf die Länge an; dennoch kann man einen ſolchen Schatten, mithin den Körper ſelbſt, welcher den Schatten wirft, als gerade Linien betrachten.

Wäre die Sonne ein einziger Punkt, ſo wäre alsdann (fig. 49.) d e die Länge des geraden Schattens, welchen die gerade Linie c d werfen würde. Weil aber die Sonne eine beträchtliche ſcheinbare Größe hat, ſo verliert ſich alle Mahl dieſer Schatten in einen Halbſchatten. In der Vertikalebene c d e befindet ſich beſtändig der Mittelpunkt der Sonne, wenn der Schatten von d c in d e fällt; wäre nun k g und h f in dieſer Vertikalebene ein Paar von dem äußerſter Rande der Sonne herkommende Lichtſtrahlen, ſo würde der eigentliche Kernſchatten d f und f g der Halbſchatten ſeyn. Eben ſo würde ſich (fig. 50.) der Kernſchatten von d nach f und von f nach g der Halbſchatten des verkehrten Schattens erſtrecken.

Wenn i der Mittelpunkt der Sonne iſt, ſo wird der Winkel des Lichtſtrahles i c e (fig. 49.) mit der horizontalen Ebene die Sonnenhöhe (m. ſ. Höhe eines Geſtirnes). In dem Dreyecke d f c hat man $df : dc = 1 : \text{tang. } cfd$; aber $cfd = fec + fce$, mithin die Länge des Kernſchattens $df = \frac{dc}{\text{tang. }(fec + fce)}$ und die Länge des Halbſchattens $dg = \frac{dc}{\text{tang. }(fec - fce)}$, und $de = \frac{dc}{\text{tang. } dec}$

Wäre der Mittelpunkt der Sonne allein leuchtend, ſo kann man die Länge des Schattens d e die mittlere Länge des Schattens nennen. In den meiſten Fällen läßt ſich

dieſe mittlere Länge für die Schattenlänge des Körpers ſelbſt annehmen, weil man gemeiniglich die Grenze des vollen Schattens nicht wahrnehmen kann.

In dem Dreyecke (fig. 50.) iſt der Winkel dce die Sonnenhöhe, und die mittlere Länge des Schattens de = dc. tang. dce, und die Länge des Kernſchattens df = dc. tang. (dce — fce), mithin der Unterſchied beyder Schattenlängen de — df = ef = dc (tang. dce — tang. (dce — fce.)) Wenn der Werth von dce oder der Höhe der Sonne über dem Horizonte wächſt, ſo wächſt auch dieſer Unterſchied, und er wird unendlich groß, wenn der Winkel 90° wird. Man ſetze dce = 45°, folglich fe = dc (tang. 45° — tang. (45° — 16′)). Es iſt aber tang. 45° = cot. 45° und tang. (45° — 16′) = cotang. (45° + 16′), weil die Winkel (45° — 16′) und (45° + 16′) einander zu 90° ergänzen; demnach folgt daraus, daß die Differenz der mittleren Schattenlänge von der vollen Schattenlänge bey dem verkehrten Schatten gerade ſo groß iſt, als bey dem geraden, wenn die Sonne 45° über den Horizont erhaben iſt.

Aus $de = \frac{dc}{\text{tang. } dec}$ (fig. 49.) findet man de. tang. dec = dc und tang. $dec = \frac{dc}{de}$; und aus de (fig. 50.) = dc. tang. dce ergibt ſich tang. $dce = \frac{de}{dc}$. Wenn alſo die mittlere Länge des geraden oder verkehrten Schattens gemeſſen worden, und außerdem die Länge des Körpers, welcher den Schatten wirft, bekannt iſt, ſo läßt ſich die Sonnenhöhe finden. Auf dieſe Art maßen die Alten die mittäglichen Höhen der Sonne durch den Schatten ſenkrecht ſtehender Obelisken oder Gnomons. Beyſpiele hiervon führt Plinius *) an. Am Tage der Nachtgleiche war der Schatten in Rom um $\frac{1}{9}$ kürzer als der Gnomon d. i. $\frac{de}{dc}$ war $\frac{8}{9}$ oder 1,1250000, welches

*) Hiſtor. natur. L. II. c. 72.

welches als Tangente zu 48° 22′ gehöret. Dieß wäre alſo die Mittagshöhe der Sonne am Tage der Nachtgleiche, oder die Aequatorhöhe von Rom; wird dieſelbe noch wegen der Strahlenbrechung und des Halbſchattens der Sonne um 16′ vermindert, ſo erhält man 48° 6′, folglich die Polhöhe 41° 54′. Auch neuere Beobachtungen geben die Polhöhe von Rom eben ſo groß an.

Auf die Betrachtung des geraden und verkehrten Schattens gründet ſich die Einrichtung des geometriſchen Quadrats, welches nebſt deſſen Gebrauch von Wolf*) beſchrieben wird. Wenn nämlich an den beyden Enden eines Quadranten Tangenten deſſelben gezogen worden, ſo laſſen ſich auf eine dieſer Berührungslinien Tangenten für Winkel bis 45° tragen, und auf die andern Cotangenten für größere Winkel. Hieraus entſteht ein Quadrat mit zwey abgetheilten Seiten, welche mit den Nahmen vmbra recta und vmbra verſa bezeichnet werden. Sonſt gebrauchte man dergleichen Werkzeuge mit Dioptern verſehen zu Höhenmeſſungen und Beobachtung der Sonnenhöhen.

Sonſt bedienet man ſich auch zur Beſtimmung der Höhen des geraden Schattens auf folgende Art: es ſey die zu meſſende Höhe (fig. 49.) lm, und der gerade Schatten me. Man ſtecke einen Stab cd von bekannter Länge ſenkrecht ein, und meſſe zu gleicher Zeit die Schatten me und de. Iſt diß in dem Augenblicke geſchehen, in welchem die Sonnenhöhe an dieſer Stelle der Erdfläche = dec war, ſo ſind die Dreyecke mle und cde einander ähnlich, wenn ſie ſich auch nicht in einerley Vertikalebene befänden. Daher hat man ed : dc = em : ml, wo das vierte Glied die geſuchte Höhe iſt.

Alle dieſe Methoden aber, die Höhen durch den Schatten zu finden, ſind unſicher, weil man die eigentliche Grenze des Kernſchattens wegen der beträchtlichen ſcheinbaren Größe der Sonne nicht genau finden kann, beſonders wenn die Sonnenhöhe nicht über 45° beträgt. M. ſ. Halbſchatten.

Weil

*) Element. optic. §. 172 ſeqq. Halae 1753. 4.

Weil der leuchtende Körper, der dunkle und deſſen Schatten beſtändig in gerader Linie bleiben, ſo ſcheint ſich letzterer zu bewegen, wenn einer von den beyden erſtern ſeinen Ort verändert. So begleitet uns ſelbſt allenthalben der Schatten, wo wir hingehen. Da die Sonne vom Morgen gegen Abend ſich täglich zu bewegen ſcheinet, ſo gehen die Schatten der Körper auf der Erdfläche von Abend gegen Morgen u. ſ. ſ.

In unſern Gegenden geht die Sonne vom Aufgange an beſtändig mehr gegen den Mittagspunkt zu mit wachſendem nördlichen Azimuth; mithin nähert ſich der vormittägige Schatten eines lothrechten Stiftes ununterbrochen der Mitternachtsgegend. An einem jeden Orte der nördlichen Hälfte der heißen Zone aber bekommt die Sonne jährlich eine Zeit lang mehr nördliche Abweichung, als die Polhöhe des Ortes beträgt. Dieſe Zeit über wächſt das nördliche Azimuth der Sonne täglich vom Aufgange an um eine Zeit lang bis zu einer gewiſſen Größe, wo es ſtill ſtehet, und dann wieder kleiner wird, d. h. die Sonne geht zwar anfänglich auf die Mittagsgegend zu, kehrt aber nachher wieder um, und culminiret in der That auf der Nordſeite des Zeniths. Es drehen ſich daher die Schatten lothrechter Stifte des Morgens eine Zeit lang gegen Norden zu, ſtehen aber alsdann ſtille, und wenden ſich von da an gegen Süden, ſo daß ſie auch um Mittag ſüdwärts fallen. Etwas ähnliches erfolget auch Nachmittags, aber auf die entgegengeſetzte Art, und eben ſo auch für die Orte in der ſüdlichen Hälfte der heißen Zone, wenn die ſüdliche Abweichung der Sonne größer, als ihre Polhöhe iſt. Dieſes Zurückgehen der Schatten haben **Varenius** α) und **Wolf** β) als eine eigene Merkwürdigkeit der heißen Zone angeführet. Umſtändlicher hiervon handeln **Widder** γ) und **Käſtner** δ).

Was

α) Geogr. gener. ſect. VI. cap 27. prop. 13.
β) Element. geogr. - mathemat. §. 171
γ) De ſolis et umbrae ſtili retrogradatione, ſingulis aliquando diebus in quibusdam terrae locis conſpicua. Groning. 1760. 4.
δ) Aſtronomiſche Abhandl. Samml. I. Göttingen 1772. 8. S. 244 f.

Was endlich die Verzeichnung der Schatten perſpektiviſcher Zeichnungen betrifft, ſo muß beſonders darauf Rückſicht genommen werden, ob die perſpektiviſchen Gegenſtände bloß von einer einzigen Lichtflamme oder von der Sonne, oder ob ſie von einer erleuchtenden Ebene oder von mehreren Lichtflammen zugleich erleuchtet werde. In allen dieſen Fällen hat man bloß nöthig, die Grenzen der Schatten, welche die perſpektiviſchen Zeichnungen werfen, zu beſtimmen, da ſich alsdann von ſelbſt der Kernſchatten nebſt dem Halbſchatten ergibt. Hiervon kann aber hier nicht weiter geredet werden, vielmehr handelt von dieſer Lehre ein eigener Abſchnitt der Perſpektive unter dem Nahmen der Skiagraphie.

M. ſ. Käſtner Anfangsgründe der angewandten Mathematik. Optik §. 18 u. ſ.

Schatten, blaue (vmbrae caeruleae, ombres bleues). Die Schatten dunkeler Körper, welche auf weiße Flächen fallen, zeigen beym Sonnen- Auf- und Untergange eine blaue Farbe, wovon man ſich ſehr leicht durch eigene Beobachtungen überzeugen kann. Der erſte, welcher dieſe Erſcheinung anführet, iſt, nach Prieſtley, Otto von Guericke [α]). Er ſagte, wenn man des Morgens ein brennendes Licht verdecket, und den Schatten auf weißes Pappier fallen läßt, ſo iſt dieſer vollkommen blau, und nicht ſchwarz. Er will dadurch erweiſen, daß eine Miſchung von Weiß und Schwarz Blau gebe. Allein der Abt Nollet führt eine weit ältere Beobachtung dieſer Erſcheinung von dem italiäniſchen Mahler Lionardo da Vinci an, welcher zu Anfange des 16ten Jahrhunderts lebte, deſſen Abhandlung über die Mahlerey aber erſt im 17ten Jahrhunderte erſchienen iſt [β]). Man bemerkte nämlich beym Untergange der Sonne, daß die Schatten der Körper an einer weißen Wand blau ausſähen. Zugleich wird die Erklärung beygefüget, daß der blaue Schatten an der weißen Wand von der Zurückwerfung der blauen Farbe des Himmels, von welchem ſie erleuchtet werde, herrühre,

α) Experim. noua de vacuo ſpatio. Amſtelod. 1672. Fol. p. 142.
β) Traite de la peinture, en Italien et françois. à Paris 1651. ch. 328.

rühre, dagegen die erleuchteten Theile derſelben von den Sonnenſtrahlen roth gefärbt würden. Uebrigens bemerket Otto von Guericke, daß dieſes Phänomen bis 1742 von keinem Phyſiker weiter iſt erwähnet worden.

Im Monath Jul. 1742 bemerkte der Herr von Buffon *) bey heiterm Himmel, welcher nur gegen Weſten mit röthlich gelben Dünſten dünn überzogen war, da die Sonne roth unterging, daß die Schatten der Bäume, welche 30 bis 40 Fuß von einer Mauer ſtanden, eine zarte grüne Farbe, welche etwas ins blaue fiel, hatten. Der Schatten einer Laube, welche drey Fuß von der Mauer ſtand, beſaß ein ſehr lebhaftes Grün. Dieſe Erſcheinung dauerte faſt 5 Minuten, worauf ſie immer ſchwächer ward, und mit dem Sonnenlichte zugleich verſchwand. Am folgenden Morgen fand er bey Sonnenaufgang die Schatten blau. Der Himmel war heiter, außer daß ſich in Oſten dünne gelbliche Dünſte befanden. Dieſe Schatten dauerten nur 3 Minuten lang und wurden nachher ſchwarz. Am Abende dieſes Tages erſchienen die Schatten wie am vorigen Tage grün. Nachdem Buffon die ſechs folgenden Tage wegen trüber Witterung ſeine Beobachtungen nicht weiter fortſetzen konnte, ſo beobachtete er am ſiebenten Tage die Schatten beym Sonnenuntergange nicht mehr grün, ſondern blau. Von dieſer Zeit an fand er die Schatten immer blau, jedoch auf mancherley Art ſchattiret. Zugleich bemerket er, daß jeder einen blauen Schatten wahrnehmen könne, wenn er beym Auf- oder Untergange der Sonne ſeinen Finger vor einem Stücke weißen Pappiers halte.

Der Abbe' Mazeos β) ließ einen dunkeln Körper von dem Monde und von einer Lichtflamme zugleich erleuchten, und die Schatten deſſelben auf eine weiße Wand fallen. Der Mondſchatten, welchen die Lichtflamme erleuchtete, erſchien röthlich, der Lichtſchatten aber, auf welchen das Mondenlicht fiel,

*) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1743. p. 217.

β) Mémoir. de l'Acad. de Pruſſe 1752.

ſiel, blau. Er ſuchte dieſe Farben bloß aus der Verminderung des Lichtes abzuleiten.

Melville α) meinet, daß die blaue Farbe des Himmels von der Zurückwerfung der blauen Strahlen von den feinen Dünſten herrühre. Dabey führet er an, daß der Schatten eines Körpers, wenn man dieſen auf ein weißes Pappier lege und bey heiterm Himmel an die Sonne ſtelle, gegen das übrige von der Sonne erleuchtete Pappier bläulich ausſehe. Uebrigens ſcheint er keine der angeführten Beobachtungen gekannt zu haben.

Bouguer β) leitet die blaue Farbe des Himmels nicht von den Dünſten, ſondern aus der Zurückwerfung der blauen Strahlen von der Luft ſelbſt her. Er führet an, daß die von **Buffon** wahrgenommene blaue Farbe der Schatten des Morgens oder des Abends ſchon von den Mahlern bemerket worden ſey, und erkläret dieſe Erſcheinung gleichfalls aus der Zurückwerfung der blauen Strahlen. Auch führet er die Beobachtung vom Schatten der Lichtflamme in der Morgendämmerung an, ohne jedoch **Otto von Guericke** zu nennen.

Beguelin γ) hat dieſe Sache etwas ſorgfältiger unterſuchet. Er bemerket, daß die grüne Farbe bey **Buffons** Beobachtung nur durch zufällige Beymiſchung einiger gelber Strahlen, oder vielleicht von einem gelblichten Anſtriche der Mauer hergerühret habe, und daß die ordentliche Farbe blau ſeyn müſſe; dieſe laſſe ſich aber ſehr natürlich von der Farbe der reinen Luft herleiten, welche uns blau ſcheine, und die folglich diejenigen Strahlen, welche die Empfindung dieſer Farbe erregen, vor andern häufig zurückſende. Um ſeine Erklärung zu beſtätigen, füget er noch eigene Beobachtungen hinzu. Die blaue Farbe in dem Schatten werde nämlich merklich, ſo bald die Erleuchtung der angrenzenden Stellen ſchwach genug ſey, wie dieß der Fall um die Zeit des Unterganges

α) Edinburgh eſſays. Vol. II. p. 75.
β) Traité d'optique ſur la gradat. de la lumiére. p. 368.
γ) Mémoir. de l'Acad. de Berlin 1761. p. 27.

ganges und Aufganges der Sonne ſey. Um halb ſieben Uhr des Abends, da die Sonne etwa 4° hoch ſtand, bemerkte er, daß der Schatten ſeines Fingers dunkelgrau war, wenn er ſeine Schreibtafel ſenkrecht der Sonne entgegengeſetzet hielt; wenn er ſie aber beynahe horizontal hielt, ſo daß die Sonnenſtrahlen ſehr ſchief auffielen, ſo bekam der erleuchtete Theil eine bläuliche Farbe, und der Schatten auf dem Pappiere eine ſchöne hellblaue Farbe. Eine Viertelſtunde darauf fieng der Schatten an, blau zu werden, wenn auch die Strahlen ſenkrecht auf das Pappier fielen; kehrete er aber daſſelbe gegen die Erde, ſo waren die Schatten, welche auf die untere Seite fielen, nicht blau. Um ſieben Uhr, da die Sonne noch etwa 2° hoch ſtand, hatten die Schatten eine ſehr blaue Farbe. Im Auguſt nahm er wahr, daß ſich die Schatten beym heitern Himmel blau zu färben anfangen, wenn die Höhe der Sonne 7° 8′ beträgt. Nach Beguelin kann man zu jeder Stunde des Tages blaue Schatten ſich verſchaffen, wenn das Sonnenlicht durch die Zurückwerſung von einem weißen Gegenſtande, als einem gegenüber liegenden weißen Hauſe, ins Zimmer gebracht wird, und an dieſem Orte ein Theil des blauen Himmels ſichtbar iſt, überdem aber alles unnöthige Licht entfernet wird. Sollte man hingegen an dem Orte des Verſuchs keinen Theil vom blauen Himmel ſehen können, ſo verſchwindet auch daſelbſt der blaue Schatten.

Ein neuerer Schriftſteller hat über dieſen Gegenſtand noch mehrere Verſuche angeſtellet *), aus welchen erhellet, daß man Schatten von allerhand Farben erhalten könne, ſo oft dunkele Körper von mehr als einem Lichte erleuchtet werden, und die mehreren Lichter ein beſtimmtes Verhältniß ihrer Stärke gegen einander beſitzen, daß folglich die blauen Schatten nicht von der Farbe des Himmels, ſondern von dem Verhältniſſe der Lichtſtärke herrühren.

Dagegen

*) Obſervations ſur les ombres colorées par H. F. T. Paris 1782. 8.

Dagegen ſuchet Opoix α) die blauen Schatten aus der Beugung des Lichtes herzuleiten, welche die blauen und grünen Strahlen am ſtärkſten ablenke, und in den Schatten bringe.

Nach der Meinung des Herrn Monge β) richtet ſich unſer Urtheil über die Farben nicht allein nach der Natur der Lichtſtrahlen, ſondern werde, gleich dem Urtheil über Größe und Entfernung, durch Verhältniſſe und Umſtände beſtimmt. Zuerſt führet er die Beobachtung an, daß der Schatten eines Körpers, womit die Lichtflamme verdecket werde, beym Aufgange der Sonne auf dem weißen Pappiere blau erſcheine. Er ſchreibt ſie dem Abbé de Sauvages zu, welcher ſie Herrn von Buffon mitgetheilet habe. Es erhellet aber aus dem obigen, daß ſie bereits Otto von Guericke gekannt habe. Dieſe Erfahrung ſucht Monge davon abzuleiten, daß das Pappier im Schatten nicht alles Lichtes beraubet ſey, ſondern durch das blaue Licht der Atmoſphäre erleuchtet werde; wenn man aber in dem Augenblicke die Lichtflamme verlöſche, ſo befinde ſich nun das ganze Pappier in dem Falle, worin vorher nur der beſchattete Theil war; gleichwohl ſahe es nun nicht mehr blau, ſondern weiß aus. Monge behauptet daher vielmehr folgenden Satz: wenn die Körper durch homogene Strahlen einer gewiſſen Art erleuchtet werden, ſo halten wir doch die weißen Körper, wenn ſie auch nur Strahlen dieſer Art empfangen, und in unſer Auge zurückſenden, und folglich die Farbe dieſer Art zeigen ſollten, für weiß, und dieſes verurſachet auch, daß wir uns diejenigen Körper, welche von derſelben Farbe ſind, als die erleuchtenden Strahlen, ebenfalls als weiß vorſtellen, weil ſie eben ſolche Strahlen, wie die weißen, in unſer Auge ſenden. Aus dem letzten Theile dieſes Satzes erkläret Monge die angebliche Erfahrung, daß rothe Objekte, durch rothe Gläſer betrachtet, weiß erſcheinen, wiewohl dieſe nach den Erfahrungen

α) Journal de phyſique. Decemb. 1783.
β) Ueber einige Phänomene des Sehens aus den annales de chemie Tom. III. 1789. p. 131. in Grens Journal der Phyſik. Band II. S. 142 f.

rungen des Hrn. le Gentil ſich nicht beſtätiget. M. ſ. Farben. Was den erſten Theil dieſes Satzes betrifft, ſo könnte dieſer eher was Wahres enthalten. Es iſt nämlich bekannt genug, daß eine ganz andere Farbenmiſchung durch die Erleuchtung des Sonnenlichtes, als durch die einer bloßen Lichtflamme, oder auch einer Lichtflamme und des Sonnenlichtes zugleich, entſtehe. Es können daher unter den geſetzten Umſtänden bey der Verlöſchung des Lichtes plötzlich ganz andere Empfindungen für das Geſicht in Anſehung der Farben erfolgen; es kann alſo die beſchattete Stelle des Pappiers, welche bey der Lichtflamme blau erſchien, im Augenblicke des Verlöſchens weiß werden, obgleich in den Strahlen, welche von ihr ins Auge kommen, durch das Verlöſchen der Lichtflamme nichts geändert wird. Allein es geht hier offenbar eine Täuſchung vor; der Eindruck, welchen wir ſchon dadurch haben, daß wir wiſſen, das Pappier ſey weiß, bleibt in uns feſt, und die Empfindung vom Weiß, nach der Verlöſchung des Lichtes, iſt gleichſam nur eine Fortſetzung von der bereits gehabten Empfindung eben dieſer Farbe. Noch führet Herr Monge folgende von Meusnier ihm mitgetheilte Beobachtung an: wird das Innere eines Zimmers nur durchs Sonnenlicht erleuchtet, welches durch einen Vorhang von rothem Taffet gehet, und dieſer Vorhang ein Loch von 2 bis 3 Linien im Durchmeſſer beſitzet, durch welches das Licht gerade fällt, und dann dieſer Lichtbündel mit einem weißen Pappiere aufgefangen wird, ſo ſollte man glauben, der erleuchtete Theil des Pappiers müſſe weiß ausſehen; allein er erſcheinet ſehr ſchön grün. Nimmt man aber ſtatt des rothen Vorhanges einen grünen, ſo erſcheinet dieſer helle Fleck unter gleichen Umſtänden roth. Monge hält dieß für eine Beſtätigung des Satzes, daß wir über die Farben nach Beziehungen urtheilen. Es iſt aber wohl nicht zu läugnen, daß dieſe Erſcheinung einen Zuſammenhang mit den zufälligen Farben habe, wobey roth und grün ſich correſpondiren. M. ſ. Farben, zufällige.

Noch andere merkwürdige Verſuche über die gefärbten und beſonders blauen Schatten werden von dem Herrn Grafen von Thompſon in einem Briefe an Herrn Banks erzählet, wovon bereits die nöthigſten unter dem Artikel, Farben (Th II. S. 345.) ſind angeführet worden.

M. ſ. Prieſtley Geſchichte der Optik durch Klügel. S. 327 u. ſ.

Scheibe ſ. Rolle.

Scheibenmaſchinen ſ. Elektriſirmaſchine.

Scheidewaſſer (aqua fortis, eau forte). Dieſen Nahmen führet die ſchwächere Salpeterſäure, welche vermittelſt der Deſtillation aus dem Salpeter gewonnen, und zu mancherley chemiſchen Operationen, beſonders aber zur Scheidung des Goldes vom Silber gebrauchet wird. In der Chemie heißt dieſe Säure gewöhnlich der Salpetergeiſt (ſpiritus nitri).

Das gewöhnliche verkäufliche Scheidewaſſer iſt mehrentheils mit Schwefelſäure und ſalzigter Säure verunreiniget. Von dieſen Beymiſchungen befreyet man es, wenn man etwas von einer ſchon bereiteten Silberauflöſung in Salpeterſäure tröpfelt, deren Silber ſich zum Theil mit dieſen fremden Säuren verbindet, und als Hornſilber oder Silbervitriol niederſchläget. Sobald ſich nichts mehr niederſchläget, ſo gießt man das klar gewordene ab, und nennt es gefälltes Scheidewaſſer; es hat aber doch noch etwas Silber bey ſich, wovon es durch eine Deſtillation im Sandbade befreyet werden kann. M. ſ. Salpeterſäure.

Scheidung ſ. Zerlegung.

Scheinbare Bewegung, Entfernung, Größe ſ. Bewegung, Entfernung, Größe, ſcheinbare.

Scheinbarer Ort ſ. Ort, ſcheinbarer.

Scheitelkreis, Vertikalkreis, Vertikalcirkel (circulus verticalis, cercle vertical). Unter dieſem Ausdrucke verſteht man in der Aſtronomie einen größten Kreis der ſcheinbaren Himmelskugel, welcher durch das Zenith und Nadir gehet. Es läßt ſich alſo durch einen jeden Punkt am Him-

mel ein Vertikalkreis führen, und alle dieſe Kreiſe ſtehen auf dem Horizonte des Ortes der Beobachtung ſenkrecht. Durch dieſe Kreiſe wird der Horizont in zweyen einander entgegengeſetzten Punkten geſchnitten, und es werden daher jene von dieſem in zwey gleiche Hälften getheilet. In Bogen dieſer Kreiſe rechnet man die Höhe der Geſtirne, und ihre Abſtände vom Scheitelpunkte. M. ſ. **Höhe der Geſtirne, Abſtand vom Scheitel.**

Derjenige Scheitelkreis, welcher durch den wahren Morgen- und Abendpunkt gehet, wird der **erſte Scheitelkreis** genennt (verticalis primarius, le premier Vertical). Uebrigens liegen alle Scheitelkreiſe in der unbeweglichen Fläche der Himmelskugel; daher kommen die Geſtirne bey ihrer täglichen ſcheinbaren Bewegung alle Augenblicke in einen andern Vertikalkreis.

Scheitellinie, Vertikallinie, lothrechte Linie (linea verticalis, ligne verticale, ligne à plomb) heißt die gerade Linie, welche durch die beyden Punkte Zenith und Nadir gehet, und folglich die Axe des Horizontes iſt, und auf der Ebene deſſelben ſenkrecht ſteht. Weil vermöge der Erfahrung alle unſere Körper auf der Erde in einer Richtung gegen ſelbige herabfallen, die auf der Fläche des ſtillſtehenden Waſſers oder auf der Horizontalfläche des Ortes ſenkrecht iſt, ſo iſt eben dieſe Richtung mit der Vertikallinie einerley. Alle Körper auf unſerer Erde fallen alſo in der Vertikallinie des Ortes herab, und dehnen die Fäden, an welchen ſie hangen, nach dieſer Linie aus. Es wird alſo die Vertikallinie durch die Richtung des Bleylothes oder des Senkbleyes angegeben. Ausnahmen davon bey beträchtlichen Gebirgsmaſſen ſ. m. den Artikel, **Gravitation.** Die Ebenen aller Vertikalkreiſe gehen durch die Vertikallinie, folglich iſt dieſe der gemeinſchaftliche Durchſchnitt aller Scheitelkreiſe.

Scheitelpunkt ſ. **Zenith.**

Schiefe der Ecliptik (obliquitas eclipticae, obliquité de l'ecliptique) iſt der Neigungswinkel der Ebene der Ecliptik gegen die Ebene des Aequators. Beyde Kreiſe,

die Ecliptik und der Aequator durchſchneiden einander in zweyen Punkten, welche die Nachtgleichungspunkte ſind. Von dieſen Punkten ſind die beyden Solſtitialpunkte in der Ecliptik um 90 Grade entfernet, wo zugleich der Aequator und die Ecliptik am weiteſten aus einander ſtehen. Legt man nun durch einen dieſer Solſtitialpunkte einen größten Kreis auf den Aequator ſenkrecht, mithin durch beyde Pole, ſo iſt dieſer (Kolur der Sonnenſtände) ein Deklinationskreis, und der Bogen dieſes Kreiſes zwiſchen dem Aequator und der Ecliptik iſt die Abweichung der Sonne, wenn ſie ſich in dem Solſtitialpunkte befindet. Nach den Regeln der Sphärik iſt ein ſolcher Bogen eines größten Kreiſes das Maß des Neigungswinkels zweyer anderer größten Kreiſe gegen einander; hieraus erhellet alſo, daß die Abweichung der Sonne in den Solſtitialpunkten das Maß der Schieſe der Ecliptik abgibt.

Daraus läßt ſich eine Methode herleiten, die Schieſe der Ecliptik zu beſtimmen. Wenn nämlich gerade zu Mittage am längſten und kürzeſten Tage die Sonne in die Solſtitialpunkte gelangen würde, ſo kann man am längſten Tage ihre größte, und am kürzeſten ihre kleinſte Höhe meſſen, und dieß wäre zugleich die größte und kleinſte Höhe der Sonne, welche ſie am Orte der Beobachtung erlangen würde. Die halbe Differenz zwiſchen beyden Mittagshöhen der Sonne würde alsdann die Schieſe der Ecliptik geben. Wenn man vielleicht ſchon die Aequatorhöhe gefunden hätte, ſo könnte man dieſe von der größten Mittagshöhe der Sonne, oder die kleinſte Mittagshöhe der Sonne von der Aequatorhöhe ſubtrahiren, um die Schieſe der Ecliptik zu erhalten. Ob nun wohl die Vorausſetzung, daß zu der angenommenen Zeit die Sonne gerade in die Solſtitialpunkte kommt, nicht genau zutrifft; ſo lehren doch die Beobachtungen, daß der Fehler, welcher hiebey begangen wird, noch lange keine halbe Minute betrage, vorzüglich wenn in unſern nördlichen Ländern die größte Mittagshöhe mit der Aequatorhöhe verglichen wird. In dieſem Falle hat nämlich die Refraktion und die Parallaxe weniger Einfluß, als wenn man das Verfahren mit der größten

und kleinſten Mittagshöhe bey uns gebrauchen wollte. Andere Methoden, die Schiefe der Ecliptik zu finden, lehrt die Aſtronomie. Durch diſe Mittel hat man ihre Größe ungefähr auf 23 $\frac{1}{2}$° beſtimmt.

Nach Plinius [α]) ſoll Anaximander zuerſt die Schiefe der Ecliptik wahrgenommen haben. Allein Gaſſendi [β]) bemerket, daß ſchon Thales die ſchiefe Bewegung der Sonne und die Sonnenwenden beſtimmt angegeben und Sonnenfinſterniſſe vorher geſagt habe, welches alles ohne Kenntniß von der Schiefe der Ecliptik nicht möglich geweſen wäre. Die berühmteſte Beobachtung derſelben aus dem Alterthume iſt die von Pytheas zu Maſſilien (dem heutigen Marſeille), wovon Cleomedes) [γ]) und Strabo [δ]) Erwähnung thun. Letzterer führet aus dem Hipparch an, Pytheas habe am Tage der Sonnenwende zu Maſſilien das Verhältniß des Gnomons zu ſeinem mittägigen Schatten ſo groß gefunden, als es zu Byzanz ſey. Daſelbſt wirft aber ein Gnomon von 120 Theilen einen Schatten von 42 Theilen weniger ein Fünftel. Aus dem Verhältniſſe 120 : 41$\frac{4}{5}$ = 600 : 209 findet man die Tangente der Sonnenhöhe $\frac{600}{209}$ = 2,8708612 (m. ſ. Schatten), folglich die Höhe ſelbſt 70° 47′ 41″. Wird nun dieſe wegen der Refraktion und Parallaxe um 17″, und wegen des ſcheinbaren Halbmeſſers der Sonne um 15′ 49″ vermindert, ſo ergibt ſich die Höhe des Mittelpunktes der Sonne 70° 31′ 35″. Hiervon die Aequatorhöhe von Maſſilien oder 46° 42′ 12″ abgezogen, läßt für die Schiefe der Ecliptik zur Zeit des Pytheas (350 Jahre vor Chr. Geb.) 23° 49′ 23″ übrig. Gaſſendi [ε]) und Eug. de Louville [ζ]) haben dieſe Beobachtung umſtändlich berechnet, und eine Vergleichung mit neuern zu Marſeille gemachten angeſtellet. Die hier angeführten Angaben ſind aus Louville entlehnet.

Erato-

α) Hiſtor. natur. L. II. c. 8.
β) In praefat. ad V. Tychonis.
γ) Cycl. theor. L. I. c. 7.
δ) Geograph. L. II. p. 78.
ε) De proportione gnomonis ad vmbram ſolſtitialem Maſſiliae T. IV.
ζ) Diſſ. de mutabilitate eclipticae in act. erud. Lipſ. 1719. menſ. Jul.

Eratoſthenes ſoll nach Ptolemäus Berichte den Abſtand der beyden Wendekreiſe = $\frac{11}{83}$ des Meridians oder größten Kreiſes d. i. 47° 42′ 39″ gefunden haben. Die Hälfte davon gibt die Schiefe der Ecliptik (250 Jahr vor Chr. Geb.) 23° 51′ 20″.

Nach neuern Beobachtungen iſt ſie faſt übereinſtimmend nach der Ordnung ihres Alters kleiner. Dieß kann man aus folgendem Verzeichniſſe, deſſen Angaben theils aus Wolf [α]) theils aus Käſtner [β]) entlehnt ſind, überſehen:

Jahr		Beobachter	Schiefe der Ecliptik		
v. C. G.	250	Eratoſthenes	23°	51′	20″
	140	Hipparch	23°	51′	20″
n. C. G.	140	Ptolemäus	23°	51′	20″
	390	Pappus	23	30	0
	880	Albatani	23	35	
	1460	Regiomontan	23	30	
	1476	Walther	23	30	
	1525	Copernicus	23	28	30
	1570	Rothmann und Byrg	23	30	20
	1587	Tycho de Brahe	23	30	22
	1627	Kepler	23	30	30
	1636	Gaſſendi	23	31	
	1646	Riccioli	23	30	20
		Hevel	23	30	20
	1656	Caſſini	23	29	2
	1702	de la Hire	23	29	
	1703	Bianchini	23	28	35
	1709	Horrebow aus Römers Beobachtung.	23	28	47
	1715	de Louville	23	28	24
	1737	de la Condamine	23	28	24
	1743	Caſſini de Thury	23	28	35
	1750	de la Caille	23	28	19
	1751	Bradley	23	28	18
	1756	Mayer	23	28	16

Hieraus hat ſchon Louville geſchloſſen, daß die Schiefe der Ecliptik veränderlich ſey, obgleich Gaſſendi, Riccioli

α) Elementa aſtronomiae. §. 165.
β) Aſtronomiſche Abhandlung. Samml. I. S. 349.

cioli α), Hevel β), Gregory γ) und Caſſini δ) den Unterſchied auf ältere fehlerhafte Beobachtungen ſetzen wollen. Von den neuern Aſtronomen hingegen wird allgemein behauptet, daß ſie von Zeit zu Zeit geringer werde: de Louville ſetzt dieſe Verminderung alle hundert Jahre auf 1 Minute, de la Caille auf 44″, de la Lande jetzt auf 33 Sekunden. Euler ε) hielt es für möglich, daß dieſe Verminderung keine regelmäßige Urſache zum Grunde habe, ſondern leitete ſie vielmehr von den Kometen ab. Nachher aber betrachtete er ſie als eine Wirkung der Planeten, und hat darüber zuerſt Berechnungen angeſtellt ζ). Auch de la Lande η) hat hierüber Rechnungen geführet. Ihre Reſultate ſind aber nicht ſicher anzunehmen, weil ſie Data vorausgeſetzet haben, die noch nicht mit völliger Sicherheit ausgemacht ſind.

Die Größe des Winkels, unter welchem der Aequator gegen die Ecliptik geneigt iſt, beſtimmt zugleich die Entſtehung der Wendekreiſe vom Aequator, und die der Pole der Ecliptik von den Polen des Aequators, weil der Winkel der Axen größter Kreiſe gegen einander dem Neigungswinkel der Kreiſe ſelbſt gleich iſt. Daher beſtimmt auch die Schiefe der Ecliptik die Stellen der Wendekreiſe und Polarkreiſe am Himmel und auf der Erde, und eben hierauf gründet ſich die Eintheilung der Erdfläche in Zonen. M. ſ. Erdſtriche. Mit der Abnahme der Schiefe der Ecliptik müſſen alſo auch die Wendekreiſe dem Aequator näher rucken, und die Polarkreiſe den Polen; die gemäßigten Zonen dehnen ſich daher mehr aus, die kalten Zonen und die heiße Zone aber ziehen ſich mehr zuſammen. Würde nun die Abnahme der Schiefe der Ecliptik ſo lange fortfahren, bis die Ecliptik mit dem Aequator zuſammenfiele, ſo würde dieß nothwendig eine beſtän-

α) Almageſt. nov. p. 164.
β) Prodrom. aſtron. p. 37. 42.
γ) Element. aſtronom. phyſ. et geomet. I. II. pr. 19.
δ) Elemens d'aſtron. p. 113.
ε) Theoria motuum planetarum et cometar. Berol. 1744. 4. p. 98.
ζ) Mémoir. de l'Acad. de Pruſſe 1754. p. 296.
η) Mémoir. de l'Acad. de Paris 1758. 1761.

beſtändige Gleichheit der Tage und Nächte auf der ganzen Erdfläche zur Folge haben. Ob aber dieſes wirklich erfolgen könne? — Louville hatte wirklich den Gedanken, daß dereinſt beyde Kreiſe zuſamenfallen würden, und glaubte vermöge einer Tradition der Egypter, daß die Ecliptik ein Mahl auf den Aequator ſenkrecht geſtanden habe. Dieſer Tradition gedenket Herodot, welche aus deſſen Euterpe von Bailly *) alſo angeführet wird: man ſagt, daß man in einem Zeitraume von 11340 Jahren vier merkwürdige Abänderungen von dem gewöhnlichen Laufe der Sonne wahrgenommen habe; nämlich man habe bemerket, daß die Sonne während dieſer Zeit zwey Mahl an eben dem Punkte des Horizontes aufging, an welchem ſie vorher untergegangen war, und daß ſie an eben dem Orte wieder unterging, an welchem ſie vorher aufgegangen war; übrigens fügte man noch hinzu, daß damahls die Ecliptik den Aequator rechtwinklicht durchſchnitten habe. Daraus und aus der Anführung chaldäiſcher Beobachtungen von 43000 Jahren will Louville ſchließen, daß dieſe Völker die Veränderlichkeit der Schiefe der Ecliptik beobachtet, und die Größe der Abnahme von derſelben gekannt hätten. Allein Herr la Place β) hat durch Hülfe der Analyſis auf eine befriedigende Art gefunden, daß die Ecliptik nie mit dem Aequator zuſammenfallen werde, ſondern daß die Abnahme von einer bloß periodiſchen Wirkung der übrigen Planeten abhange, deren Maximum ſich nicht über 1° 48′ erſtrecken kann. Hiernach iſt es alſo ganz unmöglich geweſen, daß die Ecliptik ſenkrecht auf den Aequator geſtanden habe, und hiermit fällt zugleich der Gedanke des Herrn Louville gänzlich hinweg, aus der beſtändigen Abnahme der Schiefe der Ecliptik eine fortgehende Veränderung des Klima, und überhaupt die Geſchiche der Erde abzuleiten.

Außerdem iſt die Schiefe der Ecliptik einer andern periodiſchen Veränderung unterworfen, nach welcher ſie 9 Jahre

lang

*) Geſchichte der Sternkunde des Alterthums, a. d. Franz. B. I. Leipz. 1777. 8. S. 203.

β) Darſtellung des Weltſyſtems. Th II. a. d. Franz. Frankf. a. M. 1797. 8. S. 45.

lang wächſt, und 9 Jahre wieder abnimmt, ſo daß der größte Unterſchied 18 Sekunden beträgt. M. ſ. Wanken der Erdaxe.

M. ſ. *Weidleri* hiſtoria aſtronomiae cap. V. §. 7. §. 39.

Schiefe Ebene, ſchiefe Fläche (planum inclinatum, plan incliné) Unter dieſem Ausdrucke kann man im Allgemeinen eine jede Ebene verſtehen, gegen welche eine Kraft unter einem ſchiefen Winkel wirkt. Insbeſondere aber verſteht man darunter diejenige ebene Fläche, welche gegen den Horizont unter einem beliebigen Winkel geneigt iſt. Weil durch Hülfe ſolcher ſchiefen Ebenen mit Vortheil der Kraft ſchwere Laſten erhoben werden können, ſo hat man dieſe in den neuern Zeiten mit zu den einfachen Potenzen gerechnet. M. ſ. Potenzen.

Zur Beſtimmung der auf ſchiefen Ebenen im Allgemeinen wirkenden Kräfte ſetze man in der fig. 51., daß a b ein Durchſchnitt einer feſten ebenen Fläche ſey, welcher zugleich in einer Vertikalebene lieget, in der eine Kraft V gegen die Fläche a b nach der ſchiefen Richtung d c wirket. Aus dem Punkte c errichte man c e ſenkrecht; ſtellt nun c d die Größe der wirkenden Kraft V vor, ſo ziehe man d e mit a b parallel, und bezeichne den Winkel d c e mit α; es wird ſich alsdann die Kraft V in die beyden Theile e c $=$ V. coſ. α und d e $=$ V. ſin. α zerlegen laſſen. M. ſ. Zerlegung der Kräfte. Der Theil e c, welcher auf die Ebene a b ſenkrecht wirkt, wird von dieſer völlig aufgehoben, mithin bleibt nur der Theil d e mit a b parallel übrig, und die ganze Wirkung beſteht darin, daß der Punkt c nach der Richtung der Fläche ſelbſt mit der Kraft $=$ V. ſin. α fortgetrieben wird.

Wendet man alles dieß auf eine gegen den Horizont geneigte Ebene, auf welcher ein ſchwerer Körper liegt, an, ſo läßt ſich die Größe der Wirkung deſſelben ſehr leicht auf folgende Art überſehen: Man ziehe (fig. 52.) durch den Punkt b in der Vertikalebene, worin a b liegt, die Horizontallinie b d, und laſſe aus a das Loth auf d b herab, ſo entſtehet das rechtwinklichte Dreyeck a d b, in welchem d b die Grundlinie,

a d

ad die Höhe und ab die Länge der ſchiefen Ebene genennet wird. Gegen die ſchiefe Ebene ab drucke nun eine Laſt V nach der Richtung der Schwere cg, und ce ſey auf ab ſenkrecht, ſo wird der Winkel ecg dem Winkel b = α, welchen die Grundlinie db mit der ſchiefen Ebene ab macht, völlig gleich ſeyn, oder der Winkel α (fig. 51.) iſt hier = α, daher er auch hier durch α bezeichnet iſt. Es wird alſo die Fläche ab von der Laſt mit der Kraft = V. coſ. α gedruckt, und die Laſt ſelbſt wird mit der Kraft = V. ſin. α längs der ſchiefen Ebene herabgetrieben. Weil nun jederzeit ſin. α < 1 iſt, ſo iſt auch dieſe Kraft alle Mahl kleiner als V, oder kleiner als das Gewicht des Körpers. Man nennt dieſe das reſpektive Gewicht von V, und unterſcheidet dieß von dem abſoluten Gewichte von V.

Wenn an der Laſt V eine Kraft h nach der Richtung cfh ziehet, welche mit der Fläche ab den Winkel β macht, ſo wird ſich auch die Kraft h oder ci in die beyden Theile ce = h. ſin. β, und ei = h. coſ. β zerlegen laſſen. Dem erſten Theile widerſteht die ſchiefe Ebene völlig, vorausgeſetzet, daß ce noch innerhalb des Grundes durchgehet, womit der Körper an ab anlieget; denn ſonſt würde er wie auf der wagrechten Ebene nach dieſer Seite hinſinken, wo ſein Schwerpunkt nicht unterſtützet iſt. Der andere Theil der Kraft hingegen zieht den Körper nach der Richtung ei aufwärts.

Soll daher die Laſt von der Kraft h durch den Zug auf der ſchiefen Ebene nur erhalten werden, ſo muß alsdann dieſer letzte Theil der Kraft h oder h. coſ. β das reſpektive Gewicht V. ſin. α gerade aufheben, mithin demſelben gleich ſeyn. Demnach findet zwiſchen h und V das Gleichgewicht Statt, wenn

h. coſ. β = V. ſin. α, oder wenn

h : V = ſin. α : c ſin. β.

Hierbey ſind nun folgende Fälle möglich:

I. Wenn die Kraft h nach der Richtung ch mit der ſchiefen Ebene parallel ziehet, alsdann verſchwindet der Winkel β, und

und ſein coſ. iſt = 1, folglich wird im Falle des Gleichgewichtes h : V = ſin. α : 1. In dem Dreyecke a b d aber iſt ſin. α : 1 = a d : a b, mithin auch h : V = a d. Für das Gleichgewicht verhält ſich alſo die Kraft zur Laſt, wie die Höhe der ſchiefen Ebene zur Länge derſelben.

II. Zieht dagegen die Kraft h horizontal oder mit d b parallel, ſo iſt nun $\beta = \alpha$ und coſ. β = coſ. α. Fürs Gleichgewicht iſt alſo h : V = ſin. α : coſ. α, oder im Dreyecke a b d, = a d : d b. Demnach findet das Gleichgewicht für dieſen Fall Statt, wenn ſich die Kraft zur erhaltenen Laſt verhält, wie die Höhe der Ebene zu ihrer Grundlinie.

III. Wenn der Winkel β gerade die Ergänzung von α zu einem rechten Winkel wäre, ſo iſt alsdann ſin. α = coſ. β, mithin h = V, oder die Kraft muß der Laſt gleich ſeyn, wenn jene dieſe erhalten ſoll. Wird β noch größer, ſo muß auch h > V ſeyn.

Die Kraft h wird am meiſten ausrichten können, wenn coſ. β am größten d. i = 1 iſt, mithin nach I. wenn ihre Richtung mit der ſchiefen Ebene parallel iſt. In dieſem Falle iſt ihre Richtung der Richtung des reſpektiven Gewichtes gerade entgegengeſetzet, mithin wirket ſie ganz, und braucht nur ſo groß als das reſpektive Gewicht zu ſeyn. In allen andern Fällen muß die Kraft h größer als das reſpektive Gewicht der Laſt V ſeyn, weil ſchon ein Theil von ihr bloß Druck gegen die ſchiefe Ebene erzeugt, und auf die Laſt gar nicht wirkt.

Wenn in I. die Kraft h einen Weg durchlaufen hätte, welcher gerade der Länge a b der ſchiefen Ebene gleich wäre, ſo wäre alsdann die Laſt V um die lothrechte Höhe a d geſtiegen; mithin iſt der Weg von h zum Wege von V wie a b : a d = V : h. In II. wird die Laſt V durch die Kraft h völlig lothrecht durch a d gehoben, wenn die Kraft h den Weg d b zurückgeleget hat; folglich verhält ſich der Weg von h zum Wege von V = d b : d a, oder wiederum wie V : h.

Daraus

Daraus iſt klar, daß ſich auch hier, wie bey allen einfachen Maſchinen, die Wege ſich verkehrt verhalten, wie die im Gleichgewichte ſtehenden Kräfte, und daß folglich an der Geſchwindigkeit der Laſt eben ſo viel verloren gehet, als an Kraft gewonnen wird.

Nach dem vorigen iſt der Druck gegen die ſchiefe Ebene wegen der Laſt $=$ V. coſ. α, und wegen der Kraft $=$ h. ſin. β, mithin beyder Summe $=$ V. coſ. α $+$ h. ſin. β. In I. verſchwindet ſin. β, mithin iſt dieſer Druck $=$ V. coſ. α; in III. wo coſ. α $=$ ſin. β und V $=$ h iſt, wird er $=$ 2 V. coſ. β. Fiele aber die Richtung der Kraft h ſo, daß ſie die ſchiefe Ebene unterhalb e in h träfe, mithin der Winkel β eine der vorigen entgegengeſetzte Lage erhält, ſo wird nun der Theil des Drucks, welcher von der Kraft $=$ h. ſin. β herrühret, negativ. Die Kraft h zieht alsdann die Laſt V von der ſchiefen Ebene abwärts; in dieſem Falle iſt folglich der Druck $=$ V. coſ. α $-$ h. ſin. β u. ſ. w.

Dieſe Theorie von der ſchiefen Ebene, die ganz aus der Zerlegung der Kräfte hergeleitet worden, ließe ſich auch nach Stevin's Grundſatz von dem Gleichgewichte dreyer Kräfte beurtheilen. M. ſ. Gleichgewicht. Man ziehe nämlich ef mit gc parallel, ſo ergibt ſich das Dreyeck fec, in welchem die drey Linien cf, fe und ce mit der Richtung der Kraft h, mit der der Laſt V, und mit der des Widerſtandes der Fläche, parallel ſind. Im Falle des Gleichgewichtes werden ſich alſo dieſe drey Kräfte, wie die drey Seiten cf, fe und ce, oder wie die Sinus der ihnen entgegengeſetzten Winkel e, ecf und efc verhalten. Nun iſt der Winkel e $= \alpha$; ecf $= 90^\circ - \beta$ und efc $= 180 -$ efi $=$ $180^\circ -$ e $-$ ecf $= 180^\circ - \alpha - 90^\circ + \beta = 90^\circ - \alpha + \beta$, folglich ſin. e $=$ ſin. α, ſin. ecf $=$ coſ. β und ſin. efc $=$ coſ. $(\beta - \alpha)$; daher

h : V $=$ ſin. e : ſin. ecf $=$ ſin. α : coſ. β

Druck gegen die Fläche : h $=$ ſin. efc : ſin. fec $=$ coſ. $(\beta - \alpha)$: ſin. α

Druck

Druck gegen die Fläche : $V = \text{ſin. } efc. : \text{ſin. } ecf = \text{coſ.} (\beta - \alpha) : \text{coſ. } \beta$
woraus ſich der Ausdruck wie vorher für den Druck gegen die Fläche ſehr leicht ableiten läßt.

Stevin's angenommener Satz iſt aber für einen Grundſatz nicht einleuchtend genug, um ihn ohne Beweis gelten zu laſſen, ob er ihn gleich durch ein ſehr ſinnreiches Experiment zu beſtätigen ſuchet. Wenn man ſich nämlich um den Umfang des Dreyecks (fig. 53.) a b c eine zuſammenhängende Kette von gleich großen und gleich ſchweren Gliedern geleget vorſtellet, ſo werden die Theile a b und a c nach verſchiedenen Richtungen ziehen. Hielten ſie ſich nun nicht das Gleichgewicht, ſo würde der ſtärkere Theil den ſchwächern in Bewegung bringen, und ſo die Kette ſich um das Dreyeck bewegen. Da aber dieſes anzunehmen widerſinnig iſt, ſo muß man zugeben, daß diejenigen Kräfte, welche nach den Seitenlinien eines Dreyecks wirken, im Gleichgewichte ſeyn müſſen, wenn ſie ſich wie die Längen der Seitenlinien verhalten. Es iſt aber leicht einzuſehen, daß ſich dieſer Experimentalbeweis mit einiger Abänderung auch auf Dreyecke erſtrecke, deren Grundlinie gegen den Horizont ſchief liegt, und auf dieſe Weiſe das allgemeine Geſetz vom Gleichgewichte dreyer Kräfte beſtätiget wird.

Stevin's angeführter Experimentalbeweis lehrt eigentlich unmittelbar nur dieß, daß ſich zwey Kräfte h und V (fig. 54.), welche nach den beyden Richtungen der beyden Seitenlinien a c und a b eines Dreyecks a b c von wagrechter Grundlinie c b einander entgegen wirken, das Gleichgewicht halten, wenn ſie im Verhältniſſe a c : c b ſich befinden. Aus der vorigen Theorie erhellet dieß ſo: das reſpektive Gewicht von h iſt $= h . \text{ſin. } c$, und das von V, $= V . \text{ſin. } b$. Im Falle des Gleichgewichtes iſt alſo $h . \text{ſin. } c = V . \text{ſin. } b$, mithin $h : V = \text{ſin. } b : \text{ſin. } c = ac : ab$.

Noch andere Schriftſteller führen den Beweis von der Lehre der ſchiefen Ebene durch die Theorie des Hebels. Sie ſtellen ſich die Laſt V (fig. 52.) in einem Punkte der vertikalen

ſen Linie cg vor, und nehmen den Berührungspunkt e als den Ruhepunkt eines Winkelhebels an, deſſen beyde Arme ce und die auf cg aus e gezogenen ſenkrechte Linien ſind. Hieraus folgt alſo vermöge der Theorie des Winkelhebels (m. ſ. Hebel), daß ſich h : V wie die ſenkrechten Linien aus dem Punkte e auf cg und ch ſich verhalten. Nimmt man alsdann ce in den beyden rechtwinklichten Dreyecken als den ganzen Sinus an, ſo ſind dieſe ſenkrechten Linien die Sinus der Winkel gce und ecf, deren erſter $= \alpha$, und der zweyte $90° - \beta$ iſt. Daraus folgt alſo $h : V = \sin.\alpha : \cos.\beta$. Die beyden Fälle I. und III. laſſen ſich auf dieſem Wege ſehr leicht, und ohne Beyhülfe trigonometriſcher Linien erweiſen. Allein die Vorſtellung, daß der Punkt e der Ruhepunkt eines Winkelhebels ſey, iſt nicht natürlich Für alle diejenigen Fälle, wo die Laſt V die ſchiefe Ebene ab in mehreren Punkten berühret, iſt ſie undeutlich, und für diejenigen, wo ſie die Ebene gar nicht berühret, widerſinnig.

Eine beträchtliche Abweichung dieſer Theorie macht in der Ausübung das Reiben, beſonders wenn der Körper, der auf der ſchiefen Ebene herabgleiten ſoll, eine beträchtliche Fläche hat, womit er an der ſchiefen Ebene anſchließt. Hiervon ſ. m. den Artikel, Reiben.

Bey Kugeln und Walzen, welche von der ſchiefen Ebene herabrollen, iſt zwar die Friktion unbeträchtlich, ſie kann aber beträchtlich werden, wenn man das Herabrollen derſelben verhütet, oder gar ein Rollen nach der entgegengeſetzten Richtung veranlaſſet, in welchem Falle ſie alsdann entweder ſtehen bleiben, oder gar aufwärts laufen. So wird z. B. eine Walze, deren eine Hälfte (fig. 52.) nach a zu Bley, und die nach b gekehrte von Holz iſt, ihren Schwerpunkt nicht in c, ſondern weiter nach a zu beſitzen. Sie rollt daher ſo, daß ihr Schwerpunkt abwärts geht, und ſteigt auf der ſchiefen Ebene in die Höhe, bis ihr Schwerpunkt in die Linie co fällt. Dieſes Aufwärtsgehen iſt in der That ein Herabgehen, weil der Schwerpunkt am Ende tiefer als vorher liegt. Von dieſer Walze mit ungleichförmiger Maſſe handelt Deſagu-

liers [α]), und analytiſch Käſtner [β]). Wird dem Schwerpunkte nur ein kleines Uebergewicht verſtattet, ſo erhält man dadurch eine Kraft, welche ein inwendig angebrachtes Räderwerk umtreiben, und durch ein Hemmwerk ſo reguliret werden kann, daß das Aufſteigen oder Herabgehen der Walze ein darin angebrachtes Uhrwerk treibt. Eine ſolche Uhr, welche ſich ſelbſt eine ſchiefe Ebene hinabtreibt, und durch das Aufſteigen wieder aufgezogen wird, beſchreibet Robert Wheeler [γ]). Auch gehöret hierher der doppelte Kegel welcher auf zwey ſchiefen Ebenen aufwärts zu rollen ſcheinet, ob er gleich in der That ſinkt. Von ihm handelt umſtändlich Kraft [δ]). Würde kein Reiben Statt finden, ſo würde ein ſolcher Kegel herabglitſchen, und nicht hinauf zu rollen ſcheinen.

In der Maſchinenlehre wird die ſchiefe Ebene zur Erhebung der Laſten ſehr oft und vortheilhaft gebraucht, wie z. B. bey einer Waſſerkunſt die Pumpenſtangen der in einem Kreiſe ſtehenden Pumpen mittelſt eines horizontalen Rades, auf deſſen Flächenringe ſchiefe Ebenen befeſtiget ſind, nach und nach zu erheben, und ſo dem Kolben eine hin und wieder ſpielende Bewegung zu geben. Auch wird nicht ſelten die ſchiefe Ebene ſelbſt fortgeſchoben, um eine Laſt, die nicht ausweichen kann, dadurch zu erheben, daß man nach und nach höhere Theile der Ebene unter ſie bringt. Eine andere Anwendung der ſchiefen Ebene iſt die Vorrichtung zur Rechtſtellung geſunkener Balken in Gebäuden, welche Scheldon und Polhem [ε]) beſchreiben, und welche man auch beym Büſch [ζ]) erwähnet findet. Auch werden gewöhnlich auf die

α) Courſe of experim. philoſ. Vol. I. lect. I. annotat. 12.

β) Deutſche Schriften der königl. Geſellſchaft der Wiſſenſchaften. Göttingen 1771. S. 113.

γ) Philoſ. Tranſact. n. 161. p. 647.

δ) Explicatio phaenomeni paradoxi de adſcenſu coni duplicis in altum ſpontaneo. Commentat. nov. Acad. Petrop. Tom. IV. p. 389.

ε) Schwed. Abhandl. 1746. S. 45 u. f.

ζ) Verſuch einer Mathemathik zum Nutzen und Vergnügen des bürgerlichen Lebens, Mechan. §. 43.

die Lehre der ſchiefen Ebene die Theorien des Keils und der Schraube gegründet. M. ſ. **Keil**, **Schraube**.

Von dem freyen Falle der Körper auf ſchiefen Ebenen iſt bereits unter dem Artikel, **Fall der Körper** (Th. II. S. 323 f.) hinlänglich geredet worden.

M. ſ. **Käſtner** Anfangsgr. der angewandten Mathematik, die Mechanik §. 95 u. f.

Schielen ſ. **Geſichtsfehler.**

Schießpulver (puluis pyrius, puluis tormentarius, poudre à canon ou à tirer). Das Schießpulver iſt eine ſehr genaue und innige Miſchung von Salpeter, Schwefel und Kohle, welche ſehr geſchwind Feuer fängt, und, im Fall ſie eingeſchloſſen iſt, eine gewaltſame Exploſion veranlaſſet.

Die Erfindung des Schießpulvers wird mehrentheils einem deutſchen Mönche, **Berthold Schwarz** zugeſchrieben, welcher durch gewiſſe chemiſche Verſuche um das Jahr 1320 von ungefähr auf dieſe Entdeckung ſoll gerathen ſeyn; allein Herr **Beckmann** [α]) führet an, daß es ſchon im 10ten Jahrhunderte zur Sprengung des Geſteins im Rammelsberge bey Goslar gebrauchet worden. Auch **Roger Baco** [β]), welcher 50 Jahre vor **Schwarzen** gelebet, führt als eine bekannte Sache an, daß man durch die Gewalt des Salpeters eine pergamentene Patrone von der Größe eines Daumens mit heftigem Blitz und Knall zerſprengen könne. Ueberdem führet Dr. **Jebb** in dieſer Ausgabe an, daß ſich unter den Handſchriften des Dr. **Mead** auf der Bibliothek zu Oxford ein Buch eines **Markus Grácus** (liber ignium) befinde, worin eine Miſchung von 2 Pfund Kohlen, 1 Pfund Schwefel und 6 Pfund Salpeter zu Feuerwerken vorgeſchrieben werde, welches Buch weit älter, als die Erfindung der Geſchütze, ſeyn müſſe, weil es dieſer nicht erwähne. Von den Chineſern wird vorgegeben, daß einer ihrer Könige, **Vitey**, das Schießpulver im 85ſten Jahre bereits erfunden habe.

α) Anleitung zur Technologie. S. 342 u. f.
β) Opus maius ex edit. D. *Sam. Jebb.* Lond. 1733. Fol.

Wenigſtens iſt gewiß, daß ihnen das Pulver bekannt geweſen noch ehe es die Europäer haben verfertigen können. **Robins** vermuthet, **Schwarzens** Zufall (da die Entzündung des Pulvers einen Stein, welcher den Mörſer bedeckte, in die Höhe warf) habe Veranlaſſung gegeben, das längſt bekannte Pulver zum groben Geſchütze zu gebrauchen, aus welchem man nach Art der Alten anfänglich ſteinerne Kugeln ſchoß oder warf.

Das Verhältniß der Theile des Schießpulvers wird von verſchiedenen Schriftſtellern auch verſchiedentlich angegeben. **Surirey de Saint Remy** α) führet an, daß in den meiſten Pulvermühlen in Frankreich zu 76½ Pfund Salpeter, 12½ Pfund Schwefel und 12½ Pfund Kohlen genommen würden. In Deutſchland nimmt man nach **Hartwig** β) auf 32 Theile Salpeter 7 Theile Schwefel und 9 Theile Kohlen zum Kanonenpulver; 6 Theile Schwefel und 8 Theile Kohle zum Musketenpulver; 4 Theile Schwefel und 6 Theile Kohlen zum Pürſch- oder Jagdpulver. Dr. **Ingenhouß** gibt 75 Theile Salpeter, 9½ Theile Schwefel und 15½ Theile Kohlen an. Die Chineſer nehmen 16 Theile Salpeter, 2 Theile Schwefel und 5 Theile Kohlen. Andere Verhältniſſe in andern Ländern findet man geſammelt beym **Macquer** und **Gren**. Die Kraft des Pulvers ſoll nach **Baume** γ) und **d'Arcy** δ) durch den Schwefel vergrößert werden. Allein es iſt gewiß, daß er im allzu großen Verhältniſſe das Gegentheil bewirket, und die von **Ingenhouß** aus dem Manuel d'artificier angeführten Verſuche lehren, daß Schießpulver auch ohne Schwefel beym groben Geſchütze ſehr gute Wirkung thue. Indeſſen iſt der Schwefel doch nothwendig, damit das Pulver deſto leichterer und ſicherer Feuer fange.

Die Vermiſchungstheile werden in den Pulvermühlen bey gelinder Anfeuchtung zu Mehlpulver geſtampft, das nach-

α) Mémoir. d'Artillerie recueillis p. M. *Surirey de Saint Remy.* Paris 1745. 4. Vol. I.
β) In Sprengels Handwerkern. Sammlung X. S. 236.
γ) Erläuterte Experimentalchymie. Th. II. S. 604.
δ) Eſſai d'artillerie. à Paris 1754.

nachher mittelſt des Durchdruckens durch Siebe gekörnet, durch Umdrehung einer hohlen Walze oder Tonne geglättet, und in gelinder Wärme getrocknet wird. Dieſes auf ſolche Art verfertigte genugſam bekannte Pulver thut auch ſchon in geringen Mengen außerordentliche Wirkungen.

Daß durch die Entzündung des Schießpulvers eine elaſtiſche Materie erzeuget wird, hat Hawksbée [α]) durch folgenden Verſuch erwieſen. Nachdem er ein glühendes Eiſen unter die Glocke einer Luftpumpe gebracht, und die Luft ausgezogen hatte, ließ er ein wenig Pulver auf das glühende Eiſen fallen, und bemerkte, daß das Queckſilber im Elaſticitätszeiger bey der Entzündung ſehr tief herabfiel, hierauf aber etwas wieder ſtieg, jedoch ſeine vorige Höhe bey weitem nicht erreichte. Eine geringe Menge Pulver brachte das Queckſilber im Elaſticitätszeiger auf $12\frac{3}{4}$ Zolle herab, wenn es zuvor bey ausgeleerter Glocke auf $29\frac{1}{2}$ Zoll geſtanden hatte. Aus dieſem Verſuche erhellte nun deutlich, daß ſich aus dieſer geringen Menge Pulver eine elaſtiſche Materie entwickelt hatte, welche anfänglich beym Entzünden des Pulvers wegen der Hitze ſtärker auf das Queckſilber, als nachher bey der Erkältung derſelben wirkte. Ueberdem zeiget Hawksbée, daß das Abbrennen des Pulvers in eingeſchloſſener Luft die Menge derſelben vermehre. Seit dieſer Zeit hat man die Gewalt des Schießpulvers allgemein dieſer entwickelten elaſtiſchen Materie zugeſchrieben. Es war zwar de la Hire [β]) der Meinung, die Kraft des entzündeten Schießpulvers laſſe ſich von der beym Abbrennen deſſelben ſchnell frey gewordenen atmoſphäriſchen Luft ableiten, welche im Pulver eingeſchloſſen geweſen wäre, und durch die ſchnelle Entzündung eine verſtärkte Elaſticität erhalten hätte; allein dieß erkläret offenbar die erſtaunende Gewalt des Schießpulvers nicht.

Nach Newton's [γ]) Vermuthung iſt dieſe elaſtiſche Materie ein in Dämpfe verwandelter Salpetergeiſt, welcher

 durch

α) Philoſoph. Transact. Num. 295.
β) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1702.
γ) Optice lat. redd. a *Sam. Clarke*. Lond. 1706. 4. L. III. quaeſt. 10. p. 295.

durch die Schwefelſäure entwickelt werde, und mit der größten Gewalt aus der Subſtanz des Salpeters hervorbreche, wie etwa der Waſſerdampf aus einer Windkugel. Dieſer Dampf des Salpetergeiſtes entzünde ſich, daher die Flamme, und die in den Salpeter dringende Schwefelſäure verurſache darin ein ſtarkes Aufbrauſen, und große Hitze, welche ſelbſt die feſte Subſtanz des Salpeters in Dämpfe auflöſe, und dadurch die Exploſion äußerſt heftig mache.

Johann Bernoulli [a]) hält dieſe elaſtiſche Materie für gewöhnliche atmoſphäriſche Luft, welche nur im Pulver über 100 Mahl mehr als im natürlichen Zuſtande, zuſammengepreßt ſey. Daniel Bernoulli [b]) bemühet ſich aus ſeinen Verſuchen und aus ſeiner Hypotheſe über die Urſache der Elaſticität zu erweiſen, daß die im Pulver eingeſchloſſene Luft 10000 Mahl dichter und elaſtiſcher als die gewöhnliche Luft ſey. Dagegen hat man ihm eingewendet, das Pulver ſelbſt ſey nicht über 800 bis 1000 Mahl dichter, als die gewöhnliche atmoſphäriſche Luft, mithin könne ſeine Behauptung auf keine Weiſe Statt finden, wenn auch gleich das ganze Pulver nichts weiter als verdichtete Luft wäre. Noch andere ſagen, die Luft ſey im Pulver 450 Mahl; andere ſie ſey 813 Mahl dichter, als im natürlichen Zuſtande. Man ſieht aber wohl, daß alle dieſe Meinungen auf die ſonſt gewöhnliche Idee einer eingekerkerten und zuſammengepreßten Luft beruhen. Erſt in den neuern Zeiten, da man von der Erzeugung der Gasarten beſſere Begriffe erhielt, iſt dieſe irrige Idee auf beſſere Vorſtellungen von der Entwickelung der Luft gebracht worden.

Inzwiſchen machten ſich die Chemiker eine ganz andere Vorſtellung von den Erſcheinungen des Schießpulvers, und betrachteten ſie mit Recht als eine Folge des gewöhnlichen Verpuffens, welches nur bey dem Pulver weit ſchneller als ſonſt, und in einem Augenblicke durch die ganze Maſſe verbreitet

[a]) Diſſ. de efferueſcentia et fermentatione. 1690. 4. et in opp. T. I. Num. 1. §. 22.

[b]) Hydrodynamica. Argent. 1738. ſec. X.

breitet werde. Was vor eine Urſache aber dem Verpuffen zu zuſchreiben ſey, das haben wenige Chemiker zu beſtimmen gewagt. Macquer nimmt hiezu einen durch Vereinigung der Salpeterſäure mit dem Brennbaren entſtehenden Salpeterſchwefel an, welcher ſo entzündbar ſey, daß er auch nicht einen Augenblick, ohne zu glühen, beſtehen könne. Uebrigens glaubet er, daß es bey dem Schießpulver vorzüglich auf den Salpeter und auf die Kohle ankomme, der Schwefel ſey bloß zur Beförderung der Entzündbarkeit vorhanden. Dagegen erinnert Prieſtley *), der Salpeterſchwefel würde ohne atmoſphäriſche Luft nicht brennen können, die Luft aber, in welcher ſich das Pulver entzünde, würde gar bald durch das entbundene Brennbare phlogiſtiſiret werden, und das Brennen nicht weiter befördern. Er meinet vielmehr, das Abbrennen des Pulvers rühre von der dephlogiſtiſirten Luft her, welche ſich aus dem Salpeter bey der Glühehitze in Menge entwickele, und in welcher alle verbrennliche Körper ſchnell und heftig mit Kniſtern und Glanz verbrennen. Ueberdem glaubt er noch, daß auch dabey die Salpeterſäure entbunden, und vielleicht mit zur Erzeugung der dephlogiſtiſirten Luft oder einer andern Gasart verwendet werde. Gegen dieſe Behauptung führet D. Ingenhouß β) an, es knalle die dephlogiſtiſirte Luft allein nicht, ohne mit brennbarer Luft vermiſcht zu ſeyn; auch ſey es nicht wahrſcheinlich, daß ſich hiebey ein Salpetergeiſt entwickele, da man in offener Luft durch bloßes Glühen des Salpeters dergleichen nie erhalte. Nach ihm entwickelt ſich vielmehr aus der Kohle zugleich brennbare Luft, welche mit der dephlogiſtiſirten aus dem Salpeter eine Knallluft bilde, deren Exploſion die glühenden Theile mit Heftigkeit durch die übrigen werfe, und daher Entzündung und Abknallen mit bewundernswürdiger Geſchwindigkeit verbreite. Dagegen läßt ſich

*) Exper. and obſerv. relating to various branches of natural philoſophy. Lond. 1779. 8. p. 255.

β) Verſuch einer neuen Theorie über das Schießpulver in den vermiſchten Schrift. Wien, 1784. 8. B. I S. 305 f.

aber wieder einwenden, daß vermöge der Erfahrung brennende Kohle nur Kohlenſäure gibt, und brennbare Luft aus ihnen nur durch trockene Deſtillation gewonnen wird. Es ſcheint aber auch gar nicht nothwendig zu ſeyn, eine Knallluft beym Abbrennen des Pulvers anzunehmen, da ſchon die ſchnelle Entwickelung der luftförmigen Stoffe, welche durch die Hitze ſtark ausgedehnet werden, die Erſcheinungen bey der Entzündung des Pulvers auf eine befriedigende Weiſe erkläret. In dem plötzlichen Freywerden des Wärmeſtoffs liegt allem Vermuthen nach der vorzügliche Grund der ſtarken Exploſion. Denn wenn man das Pulver mit hinreichendem Waſſer befeuchtet, ſo entſtehet keine Exploſion, indem der frey gewordene Wärmeſtoff ſich ſogleich mit dem Waſſer verbindet. und daſſelbe in Dampf verwandelt. Nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme ließe ſich die Erklärung ſo geben. Die Miſchung, aus welcher das Pulver beſteht, hat bey einer höhern Temperatur eine ſo große Verwandtſchaft gegen den Sauerſtoff, daß die Säurung in einem Augenblicke vor ſich gehet, wodurch eine große Menge Wärmeſtoff plötzlich frey wird, welcher die umgebende Luft ſchnell und mit großer Gewalt ausdehnet, und alle widerſtehende Körper gewaltſam auf die Seite wirft. Entzündet man Schießpulver mit Waſſer angefeuchtet im verſchloſſenen Gefäße, ſo erhält man eine Miſchung von kohlenſaurem Gas, Stickgas und ſalpeterhalbſaurem Gas. Die beyden erſtern Gasarten entſtehen durch die Zerlegung der Salpeterſäure vermittelſt der Kohlen; das letzte hingegen vermittelſt des Schwefels, welcher die Salpeterſäure eines Theils beraubet, und ſich in Schwefelſäure verwandelt hat. Das Knallen des Schießpulvers iſt der plötzlichen Entwickelung dieſer Gasarten zuzuſchreiben. In der Retorte bleibt ſchwefelgeſäuerte Potaſche zurück, verbunden mit der neu entſtandenen Schwefelſäure. Auch in dem Brennſtoffſyſteme läßt ſich dieſe Erklärung mit einer kleinen Abänderung anwenden. Herr Gren ſagt, in der Glühehitze entwickelt der Salpeter Sauerſtoffgas, welches das lebhafte Verbrennen der verbrennlichen Körper verurſachet.

In der dabey Statt findenden Temperatur bemächtiget ſich die verbrennliche Subſtanz des Sauerſtoffes der Salpeterſäure gänzlich, ihr Radikal, der Stickſtoff, mit Brennſtoff geſättiget, wird frey und entweicht als Stickgas, und ſo wird die Salpeterſäure gänzlich zerſtöret. Die große Menge des Wärmeſtoffs, welche die Salpeterſäure auch im Salpeter noch gebunden enthält, und die nicht gänzlich zur Bildung der entſtehenden Gasarten verwendet wird, und der Brennſtoff der verbrennlichen Subſtanz, der vom Radikal der Salpeterſäure nicht alle aufgenommen werden kann, iſt Urſache des beym Verpuffen entſtehenden ſtarken Feuers. — Eigentlich kann man aber die Erſcheinungen des Verpuffens nicht von der aus dem Salpeter entwickelten Lebensluft ableiten, und es iſt nicht dieſe, ſondern die Salpeterſäure ſelbſt, die, ehe noch ihr Sauerſtoff luftförmig entwickelt wird, durch denſelben die verbrennliche Subſtanz in der Glühehitze zum Verbrennen bringt. Uebrigens läßt ſich leicht daraus erklären, warum das Verbrennen derſelben vermittelſt des Salpeters auch beym Ausſchluſſe aller Luft in verſchloſſenen Gefäßen Statt haben kann. In der überaus ſchnellen Verbreitung des Verbrennens durch die Maſſe des Schießpulvers im verſchloſſenen Raume; in der Menge von Stickgas und kohlenſaurem Gas, die dabey ſo plötzlich erzeuget wird; in der über alle Berechnung großen Elaſticität, welche dieſes Gas durch die überaus große Menge des frey werdenden Feuers erhalten muß; und in der Expanſivkraft des letztern im Augenblicke des Freywerdens iſt der Grund der fürchterlich großen Kraft zu ſuchen, welche das Schießpulver ausübt, wenn es im verſchloſſenen Raume entzündet wird.

Die Menge von Luft, welche im Augenblicke der Entzündung des Pulvers erzeuget wird, ſetzt Robins im Zuſtande der Erkaltung auf den 224fachen Raum des Schießpulvers; er glaubet aber, daß durch die Hitze der Entzündung dieſelbe eine 4 Mahl ſtärkere Elaſticität erhalte, und ſich daher in einem 976 Mahl oder beynahe 1000 Mahl größern Raum, als welchen das Schießpulver ſelbſt einnimmt, aus-

zudehnen ſtrebe. Der Graf von Saluce α) nimmt an, daß die aus dem Pulver entwickelte Luft ſich in einen 222 Mahl größern Raum ausbreite, als das Pulver. Aus einem Verſuche mit der elektriſchen Piſtole, wo die Knallluft abbrennte ohne daß die Piſtole losging, der Raum der Knallluft aber bis über die Hälfte vermindert ward, ſchließt Ingenhouß, durch die Entzündung gehe wenigſtens die Hälfte der Luftarten verloren; daher laſſe ſich die Menge im erſten Augenblicke auf den 2000fachen Raum des Schießpulvers annehmen; denn nach den Verſuchen des Fontana könne man aus ſo viel Salpeter und Kohlen, als in einem Cubikzolle Schießpulver befindlich ſind, 552 Cubikzoll dephlogiſtiſirte Luft und 17 Cubikzoll Gas aus den Kohlen erhalten, welches bey vierfacher Ausdehnung der Hitze 2208 + 68 = 2276 Cubikzoll Gas aus 1 Cubikzoll Pulver gebe. Noch andere ſetzen den Raum der aus dem Pulver entwickelten und durch Hitze ausgedehnten Luft auf 5000 Mahl größer, als den Raum, welchen das Schießpulver annimmt. Aller Wahrſcheinlichkeit nach iſt die Ausdehnung der beym Abbrennen des Pulvers ſich erzeugenden Gasarten wegen der überaus großen Menge des frey werdenden Wärmeſtoffs noch weit größer als hier angenommen iſt, und dieſe iſt vollkommen hinreichend, die erſtaunende Gewalt des Schießpulvers zu erklären. Auch haben Robins und andere die Theorie der Geſchütze hierauf ſehr gut gegründet, ob ihnen gleich die wahre Beſchaffenheit von der Entwickelung der aus dem Pulver erzeugten Gasarten noch nicht bekannt war. Ein gewiſſer Mathey in Turin hat eine Windbüchſe erfunden, welche dadurch geladen wird, daß man in ihrer Kammer zwey Unzen Schießpulver abbrennt. Die aus dem Pulver erzeugten Gasarten ſind hinreichend, 18 Schüſſe auf 60 Fuß weit zu thun. Dieſe Büchſe wird von de la Condamine β) und Antoni γ) beſchrieben.

M.

α) Miſcellanea philoſ. math. ſocietat. priv. Taurin. p. 105.

β) Extrait d'un journal de voyage d'Italie mémoir. de Paris 1757. p. 405.

γ) Examen de la poudre, traduit par le Vicomte de *Flavigny*. Paris 1773. 8.

M. ſ. Macquer chemiſches Wörterbuch, Artik. Schießpulver. Neue Grundſätze der Artillerie, aus dem Engl. des Herrn Benjamin Robins, mit Anmerk. von Bernhard Euler. Berlin 1745. 8. Gren ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Halle 1794. 8 deſſen Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. §. 1033 f. Girtanner Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin 1795. 8. S. 151 f.

Schild des Elektrophors ſ. Elektrophor.

Schimmeln vegetabiliſcher Stoffe ſ. Fäulniß.

Schlacken ſ. Verglaſung.

Schlag, elektriſcher, elektriſche Erſchütterung (exploſio electrica, concuſſio ſ. commotio electrica, exploſion ou commotion électrique). Wenn die beyden Elektricitäten eines geladenen Körpers durch eine leitende Verbindung ſo vereiniget werden, daß ſie wenigſtens noch an einer Stelle unterbrochen bleibt, ſo entſtehet bey der Entladung oder dem Uebergange beyder Elektricitäten an dieſer Stelle eine ſtarke Exploſion, wobey ſich ein lebhafter Funke zeiget, und eben dieſe Exploſion heißt der elektriſche Schlag. Die Gewalt, das Licht und der Schall ſind beym elektriſchen Schlage weit ſtärker als bey dem Funken, welcher aus einem bloß einfach elektriſirten Körper gezogen wird. Entladet man den geladenen elektriſchen Körper durch einen lebenden thieriſchen Körper oder durch einen Theil deſſelben, ſo verurſachet dieſe Entladung eine plötzliche Zuſammenziehung der Muſkeln, durch welche ſie ihren Weg nimmt, und eine unangenehme Empfindung, um deren Willen man die Entladung überhaupt den elektriſchen Schlag genennt hat.

Was die Ladung und Entladung elektriſcher Körper betrifft, ſo iſt hiervon bereits unter den Artikeln, Flaſche, geladene, Quadrat, elektriſches, Batterie, elektriſche, hinlänglich geredet worden. Im gegenwärtigen Artikel iſt alſo nur noch das nöthigſte von den Wirkungen des elektriſchen Schlages ſelbſt anzuführen.

Will

Will man die beyden Seiten einer geladenen Flaſche oder einer geladenen Platte durch einen vollkommenen Leiter, z. B. durch einen gewöhnlichen Auslader, mit einander vereinigen, ſo iſt es nicht möglich, die beyden Enden des Leiters zugleich in unmittelbare Berührung mit den beyden Seiten des geladenen Körpers zu bringen. Denn man muß doch mit beyden Enden des Ausladers gegen beyde Belegungen, oder, wenn das eine bereits an die eine Belegung geſetzet worden, mit dem andern gegen die andere Belegung zufahren. Während dieſes Hinfahrens findet ein Augenblick Statt, in welchem das Ende der Verbindung von der Belegung gerade ſo weit entfernet iſt, als zur Entſtehung des Schlages erfordert wird, welche Entfernung die **Schlagweite** heißt. In dieſem Augenblicke erfolget der Schlag, indem nun beyde Elektricitäten, die ſich vorher gebunden hatten, durch die leitende Verbindung frey werden, und ſich in das natürliche Gleichgewicht zu verſetzen ſuchen. Dieſe leitende Verbindung iſt alſo im Augenblicke der Entſtehung des Schlages immer noch unterbrochen, weil die Elektricität der einen Belegung die Luft durchbricht, und in den Leiter übergeht. Daher iſt auch in der Erklärung des elektriſchen Schlages die Beſtimmung, daß die leitende Verbindung wenigſtens an einer Stelle unterbrochen bleibt, nothwendig.

Wäre die leitende Verbindung an mehreren Stellen unterbrochen, ſo iſt der Erfolg dieſer, daß bey jeder Unterbrechung ein Schlag entſtehet, nur müſſen, wie kaum zu erinnern nöthig iſt, die Theile der Verbindung ſo nahe an einander ſeyn, daß wirklich ein Durchbruch der Elektricität durch das nicht leitende Zwiſchenmittel erfolgen kann. Daher kommt es, daß im Dunkeln die Gelenke einer Kette, welche einen Theil der leitenden Verbindung ausmacht, leuchten, und das Getöſe, welches man oft bey Schlägen durch ſtark unterbrochener Verbindungen hört, gleicht bisweilen einer Menge nach einander folgender Laute oder einem Raſſeln.

Es fühlet daher auch der menſchliche Körper die Erſchütterung vornehmlich an denjenigen Stellen, wo die Verbin-

dungen ſeiner leitenden Theile unterbrochen oder unvollkommen iſt, als z. B. auf der Bruſt und in den Gelenken. Werden in die leitende Verbindung Körper gebracht, die ſchlecht leiten, und deren Struktur faſericht iſt, wie z. B. ein Ey, eine elfenbeinerne Kugel, ſo entſtehen durch einen ſtarken Schlag, den man durch ſie gehen läßt, ſo viele Funken zwiſchen den Theilen, daß ſie im Dunkeln leuchtend und durchſichtig ſcheinen.

Weil ſich beyde Elektricitäten eines geladenen elektriſchen Körpers binden, ſo kann auch der Wirkungskreis von keiner derſelben ſo weit gehen, als bey der einfachen Elektricität eines iſolirten Leiters. Daher iſt die Schlagweite eines geladenen Körpers immer nur gering, und die Funken ſind weit kürzer, hingegen aber weit dichter, heftiger und mit einem ſtärkern Schalle verbunden, weil die geladenen Körper weit mehr Elektricität enthalten, als einfache iſolirte Leiter. Daher rühret der ſo merkwürdige Unterſchied zwiſchen der verſtärkten und der einfachen Elektricität.

Der elektriſche Schlag durchläuft die weiteſten Verbindungskreiſe dem Scheine nach in einem Augenblicke. Verſuche hiervon findet man unter dem Artikel, **Flaſche, geladene.** Indeſſen gibt man doch auch einige Verſuche an, welche anzuzeigen ſcheinen, daß die Entladungen durch Schläge doch eine kleine Zeit erfordern. So bemerket Adams *), daß es keine völlige Gewißheit habe, beyde Seiten einer geladenen Flaſche ſelbſt durch die beſten Leiter ſo ſchnell zu berühren, daß nicht alle Elektricität Zeit habe, den Umlauf zu machen, und die Flaſche nur halb entladen werde; auch gebe es Beyſpiele, wo die Bewegung ſichtbar langſam ſey, wenn man z. B. die Entladung ſo veranſtalte, daß der Schlag über die Oberfläche des Waſſers oder vom rohen Fleiſch gehen muß.

Werden den beyden Seiten eines geladenen Körpers mehrere leitende Verbindungen dargeboten, ſo nimmt der Schlag

*) Verſuch über die Elektricität. A. d. Engl. Leipz. 1785. 8. S. 99.

Schlag ſeinen Weg durch diejenige Verbindung, wo er den wenigſten Widerſtand findet. Bey der Stärke des Widerſtandes aber kömmt es nicht allein auf die Länge des Weges, durch welchen der Schlag gehen ſoll, ſondern auch auf die Vollkommenheit der Leiter und derſelben Verbindung an. Daher nimmt der Schlag nicht alle Mahl den kürzeſten Weg, wenn er einen längern, aber durch beſſere Leiter verbundenen, findet. Nimmt man z. B. eine Kette in beyde Hände, und faßt die geladene Flaſche ſo, daß die äußere Belegung und der Knopf von den Händen und der Kette zugleich berühret werden, ſo geht der Schlag durch die Perſon, wenn die Kette ſchlaff hängt; dagegen fühlt die Perſon nichts oder nur wenig, wenn die Kette ſtraff angezogen wird, weil alsdann die genauere Berührung ihrer Gelenke eine vollkommenere leitende Verbindung ausmacht. Nimmt man außer der Kette noch einen Draht in die Hände, ſo geht der Schlag durch dieſen, die Perſon fühlet nichts, und die Kette leuchtet im Dunkeln nicht. Auch der Blitz wählet beſtändig den Weg der vollkommenſten Leiter. M. ſ. Blitz. Der Widerſtand aber iſt überhaupt an denjenigen Stellen größer, wo die Leiter, welche den Uebergang machen, einander nicht genau berühren, und noch größer, wenn der Uebergang durch Leiter von verſchiedener Beſchaffenheit geht, und die Elektricität aus einem beſſern Leiter in einen unvollkommenern dringen ſoll. Wird der Uebergang nur ein wenig durch Waſſer unterbrochen, obgleich dieſes auch ein Leiter iſt, ſo ſchlägt beym Ausladen ein Funken in daſſelbe, welcher allezeit das Waſſer in Bewegung ſetzt, und oft das Gefäß, in welchem es enthalten iſt, zerbricht.

Sonſt richtet ſich die Stärke des Schlages nach der Größe der geladenen Oberfläche, und nach der Stärke ihrer Ladung. Es läßt ſich daher dieſe Stärke nach Willkühr vergrößern, wenn man die Größe des belegten Glaſes vermehret und hinreichende Mittel zur ſtärkern Ladung anwendet. Daher ſind die ſo genannten Batterien entſtanden, welche Schläge von außerordentlicher Stärke geben.

Die Stärke und der Schall des elektriſchen Schlages leiden nicht durch Krümmungen des Leiters, durch welche er geht, wohl aber werden ſie durch die Länge des Leiters merklich geſchwächt; wenn alſo der Uebergang oder die Verbindung beyder Seiten einer geladenen Flaſche durch eine einzige Perſon gemacht wird, ſo iſt der Schlag ſtärker, als wenn dieſer Weg durch mehrere Perſonen gehet, die einander bey den Händen halten. In dem letztern Falle fühlen diejenigen Perſonen den Schlag am ſtärkſten, welche den geladenen Körper unmittelbar berühren, die in der Mitte der Verbindung ſtehenden aber nur wenig, und unter gewiſſen Umſtänden oft gar nicht.

Ein heftiger Schlag, den man durch ein Thier oder eine Pflanze gehen läßt, kann ſo wohl das Thier, als auch das Leben der Pflanze tödten. Prieſtley tödtete eine Ratze durch den Schlag von 6 Quadratfuß Belegung, Katzen durch 33 bis 38 Quadratfuß; ein Hund ward blind durch einen auf den Kopf gerichteten Schlag aus 62 Quadratfuß belegter Fläche. Fröſche konnten die ſtärkſten Schläge ohne Verluſt ihres Lebens aushalten. Beccaria α) ließ einen Schlag durch den abgelöſeten Bauch eines Muſkels vom Schenkel eines lebenden Hahnes gehen, indem die Enden des Muſkels in ihren gehörigen Inſertionen ſitzen blieben. So wie der Schlag erfolgte, ward der Schenkel gewaltſam ausgeſtreckt, und der Muſkel ſchwoll an, ſo daß die Ausdehnung an der Sehne anfing, und der Ausbreitung eines Fächers glich. Auch hat der Herr van Marum β) Verſuche mit einer Batterie von 550 Quadratfuß Belegung angeſtellet, um die Wirkungen des elektriſchen Schlages auf die Reitzbarkeit des thieriſchen Körpers zu erforſchen. Er wählte hierzu Aale, welche einen ſo hohen Grad von Reitzbarkeit beſitzen, daß ſie nach abgeſchnittenem Kopſe mehrere Stunden ſich noch bewegen. Ließ er den elektriſchen Schlag durch die ganze Länge eines

α) Lettere dell' elettriciſmo. p. 129.
β) Journal de phyſ. Tom. XXXVIII. Janv. 1791. in Grens Journal der Phyſik. B. VI. S. 37.

eines halben Fußes langen Aales gehen, ſo ward er augenblicklich getödtet, ſo daß er gar keine Bewegung mehr machte, und ſeine Reitzbarkeit völlig dahin war. Ließ er aber den Schlag bald durch den Kopf, bald durch den Schwanz, bald in der Mitte eintreten und nur durch einen Theil des Körpers gehen, ſo hörte auch bloß in demjenigen Theile des Aales, durch welchen der Schlag ging, die Reitzbarkeit der Muſkelfaſer auf; der übrige Theil aber behielt ſie vollkommen. Hiermit ſtimmten die Verſuche an Kaninchen mit der Entladung von 30 Quadratfuß belegter Fläche völlig überein. Dieſe Verſuche beweiſen alſo, daß der hinlänglich ſtarke elektriſche Schlag in allen thieriſchen Körpern die Reitzbarkeit der Muſkelfaſern zerſtöre. Daraus erkläret ſich die Urſache des Todes der vom Blitz Erſchlagenen, da der Blitz in den äußern Theilen bloß die Muſkeln, die er trifft, paralytiſch macht.

Die nämliche Wirkung erfuhr der Herr von Marum *) auch bey den Pflanzen. Eine ganz ſchwache Ladung, welche durch einen Zweig der euphorbia lathyris Linn. ging, vernichtete alle Zuſammenziehungen der Gefäße ſo, daß man nachher nicht das geringſte mehr von dem Milchſafte ausfließen ſah, welchen ſonſt die Pflanze, wenn ſie verwundet wird, ſo häufig von ſich gibt.

Wird der Weg des Schlages durch einen oder mehrere elektriſche Körper oder ſehr unvollkommene Leiter von mäßiger Dicke unterbrochen, ſo zerſchlägt er dieſelben, und zerſtreuet ihre Stücken bisweilen nach allen Richtungen und auf eine ſolche Art, als ob die Kraft aus dem Mittelpunkte eines jeden dieſer dazwiſchen geſetzten Körper gekommen wäre. Bringt man dicht an die äußere Belegung einer geladenen Flaſche ein Kartenblatt, ſetzt den Knopf eines Ausladers daran, und fährt mit dem andern Knopfe deſſelben an den Knopf der Flaſche, ſo entladet ſich die Flaſche durch das Kartenblatt, und ſchlägt durch ſelbiges ein Loch, oder auch wohl mehrere

*) Brief des Herrn van Marum an Herrn Ingenhouß in Grens Journal der Phyſ. B. IV. S. 368.

mehrere Löcher. Auf ſolche Art kann man durch eine ſtark geladene Batterie mehrere Blätter, und ganze Spiele Karten oder Bücher Pappier durchbohren. Das Loch in jedem Blatte hat auf beyden Seiten einen erhabenen Rand oder Wulſt, gerade als ob ſich die Explosion aus dem Innern des Blattes nach allen Richtungen verbreitete. Dünne Glas- Harz- und Siegellackplatten werden auf dieſe Weiſe durch den Schlag in viele Stücken zerbrochen, und aus einander geworfen.

Ein ſtarker Schlag durch ein dünnes Stück Metall macht daſſelbe augenblicklich glühend, ſchmelzt es, und verwandelt es, wofern die Schmelzung vollkommen von Statten gehet, in Kügelchen von verſchiedener Größe. Durch eine Batterie von 30 Quadratfuß Belegung wird ein Draht, welcher etwa $\frac{1}{50}$ Zoll dick und 2 Fuß lang iſt, zu kleinen glühenden Kügelchen geſchmolzen, wenn man dieſen Draht mit dem einen Ende an den Haken der äußern Seite der Batterie, mit dem andern aber an den Auslader befeſtiget, und ſo den Schlag hindurchführet. Dabey ſprüht der Draht häufige Funken um ſich, und wird bey noch größerer Wirkung der Batterie gänzlich zerſtreuet. Iſt der Draht durch Gewichte geſpannt, ſo wird er durch einen Schlag, der gerade hinreicht, ihn glühend zu machen, beträchtlich verlängert.

Wird das Metall zwiſchen zwey Stücken Glas eingeſchloſſen, ſo treibt der Schlag das geſchmolzene Metall in das Glas, und vereiniget es ſo feſt mit demſelben, daß man es nachher nie wieder davon abbringen kann, ohne einen Theil des Glaſes mit hinweg zu nehmen. Man bringt nämlich Goldblättchen zwiſchen zwey Stückchen Fenſterglas, welche aber 3 Zoll lang und $\frac{1}{2}$ Zoll breit ſind, preßt die letzten zwiſchen die Bretter der kleinen Preſſe beym allgemeinen Auslader, und entladet eine ſtarke Flaſche durch die Goldblättchen, welche deßwegen auf beyden Seiten vor dem Glaſe ein wenig vorgehen müſſen. Bey dieſen Verſuchen brechen mehrentheils die Gläſer in Stücken.

Starke Stücken Glas, ohne dazwiſchen gelegtes Metall mit Gewichten beſchweret, werden durch einen Schlag, den man über einen kleinen Theil ihrer Oberfläche gehen läßt, entweder zerbrochen, oder mit den lebhafteſten prismatiſchen Farben bezeichnet. Der gefärbte Fleck beſteht aus dünnen Blättern oder Schuppen, welche zum Theil von der Oberfläche des Glaſes abgetrennt ſind, und nimmt gemeiniglich einen Raum von ungefähr einen Zoll in die Länge, und ½ Zoll in die Breite ein.

Läßt man einen mäßigen Schlag aus einer Batterie zwiſchen zwey nahe an einander liegenden Oberflächen von polirten Metallen gehen, ſo werden dieſelben mit einem ſehr ſchönen Fleck bezeichnet. Es beſtehet dieſer Fleck aus einem Mittelpunkt und einigen concentriſchen Kreiſen, welche Cavallo Zauberringe oder Herenringe nennt. In England hat man ſie mit den Herencirkeln verglichen, die man bisweilen auf Grasplätzen findet, und dem Einſchlagen des Blitzes zuſchreibet, wiewohl ſie einige lieber von Pilzen und Erdſchwämmen ableiten wollen. Wenn man den Schlag der Batterie zu wiederhohlten Mahlen aus einem ſpitzigen Körper, z. B. einer Nadel, auf die glatte Oberfläche eines Stücks Metall, welches nahe an der Spitze liegt, oder auch aus der Oberfläche des Metalls in die Spitze gehen läßt, ſo wird das Metall mit einem bunten Fleck bezeichnet, welcher aus Ringen zuſammengeſetzet iſt, welche die prismatiſchen Farben zeigen, und aus Schuppen oder dünnen Blättchen von Metall beſtehen, welche die Gewalt des Schlages losgeriſſen hat. Auch die Spitze der Nadel erhält bis auf eine gewiſſe Entfernung Farben.

Ueber die Schmelzung, Verkalkung und Reduktion der Metallkalke hat man durch elektriſche Schläge ſtarker Batterien ſehr häufige Verſuche angeſtellet. Nach den Verſuchen des Herrn van Marum mit einer Batterie von 225 Quadratfuß Belegung ſcheint zu folgen, daß ſich die Schmelzbarkeit der Metalle durch die Elektricität gar nicht, wie die Schmelzbarkeit derſelben durchs gewöhnliche Kohlenfeuer ver-

halte.

halte. Aus dieſen Verſuchen ergab ſich folgendes: daß das Bley zur Verfertigung eines Blißableiters das ſchlechteſte Metall, Kupfer hingegen hierzu am geſchickteſten ſey; daß ſich zwiſchen den Längen und Durchmeſſern der Drahte, welche durch den elektriſchen Schlag geſchmolzen werden konnten, kein Verhältniß beſtimmen ließ; daß Eiſen, Zinn und Kupfer zu Kügelchen geſchmolzen wurden, dieß aber bey den andern Metallen nicht der Fall war: daß die metallenen Kügelchen auf 30 Fuß weit und darüber weggeworfen wurden; daß die Zinnkügelchen etwa 8 bis 10 Sekunden roth glüheten; und daß die Drähte, wenn ſie ſehr lang waren, nur theilweiſe geſchmolzen wurden.

In Rückſicht der Verkalkungen und der Wiederherſtellungen der Metalle iſt bey den erſtern die nämliche Verminderung der reinen Luft, und bey den letztern die nämliche Erzeugung der Luftarten bemerket worden, welche bey der Behandlung dieſer Körper durch das Feuer Statt findet. Im luftleeren Raume und in Gasarten, welche der Verkalkung der Metalle nicht günſtig ſind, werden die Metalle zuweilen in einen Dampf aufgelöſet, ohne ſich zu verkalken. Dieſes iſt in allen Luftarten, ſelbſt die Lebensluft nicht ausgenommen, der Fall beym Golde, beym Silber und bey der Platina geweſen, obgleich der Staub des erſtern purpurroth, des zweyten dunkelgrün oder olivenfarbig, und der dritten lichtbraun ausſah. Verſchluckung der Lebensluft ward bey dieſen Entfärbungen nicht wahrgenommen; mithin war es keine Verkalkung im gewöhnlichen Sinne des Wortes, keine Säurung nach dem Syſtem der Antiphlogiſtiker. Eine ſolche feine Zertheilung des Silbers hatte Macquer nach einer 20mahligen Schmelzung deſſelben im heftigſten Feuer oder im Brennpunkte eines großen Brennſpiegels bewirket. Durch den elektriſchen Schlag wird eine ſolche in einem Augenblicke gemittelt. Ueberdieß will der Herr van Marum die Verkalkung der Metalle in nitröſer und ſogar inflammabler Luft durch den elektriſchen Schlag bewirket haben. Auch unter dem Waſſer brachte er die Verkalkung des Bleyes und Eiſens

 zu

zu Stande, wobey ſich der Kalk wie eine Wolke erhob und einige Luftblaſen aus dem Waſſer aufſtiegen, die er brennbar fand. Dieſen letzten Verſuch erkläret er nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme, und nimmt zugleich daher einen Beweis, daß das Waſſer aus Lebensluft und brennbarer Luft beſtehe. Verſuche über die Wiederherſtellungen der Metallkalke haben Beccaria [α]), der Graf von Milly [β]) und van Marum angeſtellt. Beccaria ließ den Schlag zwiſchen zwey Stücken Metallkalk hindurchgehen, und ſtellte auf dieſe Art Zink wieder her, und reviſicirte Queckſilber aus Zinnober. Van Marum brachte den Metallkalk zwiſchen zwey Glastafeln, und ließ den elektriſchen Schlag über ihn gehen. Auf dieſe Weiſe wurden die Kalke ſo ganz wiederhergeſtellet, daß ſie mehrere Körner von Metall bildeten, welche man leicht mit den bloßen Augen unterſcheiden, und von dem übrigen abſondern konnte. Auch verſuchte der Herr van Marum den elektriſchen Schlag auf die verſchiedenen Luftarten. Die gemeine Luft wurde dadurch jederzeit phlogiſtiſiret. — Bey allen dieſen Verſuchen bleibt noch viel unerklärt zurück. Nach Herrn Lichtenbergs Bemerkung hat man ſich bey manchen äußerſt feinen Verſuchen für übereilte Schlüſſe zu hüten; bey dem Prozeſſe der Verkalkung und der Wiederherſtellung der Metalle insbeſondere aber, meinet er, ſcheine Feuer und Elektricität immer zuſammen zu wirken. Man ſolle daher über das chemiſche Verhalten der Elektricität mehrere Rückſicht nehmen, als bisher ſelbſt in dem neuern Syſteme der Chemie geſchehen ſey.

Starke elektriſche Schläge können den Magnetnadeln nicht allein ihre Kraft rauben, ſondern auch einer unmagnetiſchen Nadel die magnetiſche Eigenſchaft mittheilen. Nach den Verſuchen des Herrn van Marum iſt dabey beſonders folgendes zu bemerken: legt man eine ſchwach magnetiſche Nadel mit ihrem Nordpol nach Süden, und den Südpol nach Norden, ſo werden die Pole geſchwächt, und meiſtentheils

α) Lettere dell' elettricismo p. 282.
β) *Rozier* journal de phyſique 1774. Août p. 146. Decemb. p. 444.

theils umgekehrt; läßt man aber die Entladung durch eine ſenkrecht geſtellte Nadel von geringer magnetiſcher Kraft gehen, an der der Nordpol nach oben zu gekehret iſt, ſo werden die Pole ebenfalls umgekehret; unmagnetiſche Nadeln oder Stäbe, die man in den magnetiſchen Aequator ſtellet, nehmen keine oder durch einen ſehr ſtarken Schlag nur eine ſchwache magnetiſche Kraft an; durch eine aus einer Uhrfeder verfertigte Nadel, zwiſchen zwey Kupferdrähten in den magnetiſchen Meridian geſtellt, ließ er den elektriſchen Schlag in der Breite der Nadel durchgehen; der Erfolg hiervon war, daß ſie an ihren Enden eine ſtärkere Polarität angenommen hatte, als man bey den übrigen Verſuchen einer ähnlichen Nadel hätte mittheilen können, und zwar war das gegen Weſten gekehrte Ende der Nordpol, das andere aber der Südpol. Aus dieſen und noch mehreren angeſtellten Verſuchen läßt ſich aber auf die Identität der Elektricität und des Magnetismus gar kein Schluß machen, ſondern es erhellet nur ſo viel, daß die elektriſche Entladung auf Hervorbringung und Vernichtung der magnetiſchen Kraft denſelben Einfluß habe, als andere Urſachen, die in dem Stahle eine gewiſſe Erſchütterung hervorbringen.

Auch entzündet der elektriſche Schlag entzündbare Körper. So wird durch ſelbigen das Schießpulver ſehr leicht entzündet, wenn es in kleinen Patronen oder in Röhrchen von Federkiel eingeſchloſſen, und in jedes Ende der Patrone ein Draht geſtecket, ſo daß die Enden inwendig 1 Zoll weit von einander abſtehen, und dann eine geladene Flaſche durch die Drähte entladen wird. Noch leichter entzündet ſich das Pulver, wenn man Stahlfeile darunter miſcht.

Ladet man eine Batterie ſo aus, daß man die Enden zweyer Leiter, wovon einer mit der inwendigen, der andere mit der auswendigen Seite der Batterie in Verbindung ſtehet, gänzlich oder nahe an die Oberfläche einiger leitenden Materien z. B. des Waſſers, rohen Fleiſches u. ſ. w. bringt, ſo wird man bemerken, daß die Elektricitäten, ſtatt in dieſe Materien einzudringen, an ihrer Oberfläche hingehen, und

in Geſtalt eines abgeſonderten leuchtenden Körpers von einem Leiter zum andern herüberfahren. Bisweilen zieht die Elektricität ſogar einen längern Weg über die Oberfläche vor, wenn ſie einen kürzern durch den Körper ſelbſt nehmen könnte. In dieſem Falle erſchüttert die Elektricität alle Mahl den Körper, über deſſen Oberfläche ſie hingehet. Bringt man die Enden der leitenden Drähte unter Waſſer in verſchloſſenen oder offenen Gefäßen, ſo zeigt ſich das Licht auch unter dem Waſſer und zerſprengt die Gefäße von Glas mit großer Gewalt, wofern der Schlag nicht zu ſchwach war.

Bey dem mediciniſchen Gebrauche ſind in den meiſten Krankheiten die elektriſchen Schläge gänzlich zu vermeiden. Sonſt gebrauchte man ſie hierbey ſehr häufig, man hat aber dadurch der guten Sache mehr geſchadet, als Nutzen geſtiftet, ſo daß ſelbſt noch jetzt mehrere ausübende Aerzte von der Anwendung der Elektricität zur Heilung des menſchlichen Körpers entweder gar nichts oder wenig halten. M. ſ. Elektricität, mediciniſche.

M. ſ. Prieſtley Geſchichte der Elektricität, durch Krünitz, an verſchied. Stellen. Cavallo vollſtändige Abhandl. der Lehre von der Elektricität. 2 Bände. Leipzig 1797. 8. an mehrern Stellen. Eerſte Vervolg der Proefneemingen, gedann met Teylers Elektrizeermachine door *Martinus van Marum*. Haarl. 1787. 4. (deutſch 1788. in Leipzig); tweede Vervolg der Proefneemingen etc. Haarl. 1795. 4. (deutſch 1798. 4. Leipz.)

Schlagweite ſ. Funken, elektriſcher, Schlag, elektriſcher.

Schleim ſ. Pflanzen.

Schleimſaures, brenzliches, brandige Schleimſäure, Schrickels Zuckerſäure (acidum pyro-mucoſum, acide pyro-muquieux). Aus dem Pflanzenſchleime, Zucker, Gummi, der Stärke u. ſ. f. gewinnt man mittelſt trockener Deſtillation außer einer Menge von kohlenſaurem und brennbarem Gas auch einen ſauren Geiſt, welchen Johann

hann Friedrich Schrickel *) zuerſt aus dem Zucker darſtellte. Nach dem neuern Syſteme iſt ſie eine unvollkommene Säure, welche eine gelblich rothe Farbe beſitzet. Sie löſet Laugenſalze, Erden, ja ſogar das Gold auf. Auch Silber, Queckſilber, Bley, Kupfer und Zinn werden darin aufgelöſet. Ihr ſpecifiſches Gewicht iſt = 1,0115. Durch Rektifikation kann ihr zum Theil die Farbe genommen werden. Die Haut färbt ſie mit gelben Flecken, welche nicht anders als mit der Oberhaut ſelbſt ſich verlieren. Wird ſie mit Salpeterſäure behandelt, ſo verwandelt ſie ſich theils in Sauerkleeſäure theils in Aepfelſäure. Die Verbindungen dieſer Säure mit den Laugenſalzen und Erden werden in dem neuern Syſteme Pyromucites genannt. Herr Gren hält dieſe Säure für keine eigenthümliche Säure, ſondern für ein Gemiſch aus Eſſigſäure, Sauerklee- und Weinſteinſäure, deren Verhältniſſe nach der Stärke des Feuers bey der Deſtillation veränderlich ſind.

Schloßen ſ. Hagel.

Schmelzung, Fluß (fuſio, fluxus, fuſion, flux) iſt der durch Feuer oder Wärme bewirkte Uebergang eines Körpers aus dem feſten Zuſtande in den flüſſigen. Der Schmelzung iſt entgegengeſetzet das Geſtehen oder Gefrieren. M. ſ. Gefrieren.

Alle bekannte Erfahrung lehret, daß das Schmelzen der feſten Körper durch Wärme oder Feuer bewirket werde. Es wird nämlich hierdurch der Zuſammenhang der Theile feſter Körper endlich ganz aufgehoben, ſo daß nunmehr der kleinſte Theil in der geſchmolzenen Maſſe eben ſo beweglich iſt wie im leeren Raume. Ferner lehret auch die Erfahrung, daß verſchiedene feſte Körper zu ihrer Schmelzung auch gar ſehr verſchiedene Grade der Wärme erfordern. Wird ein ſolcher Wärmegrad, welcher gerade zur Schmelzung des feſten Körpers hinreichend iſt, größer, ſo reißt alsdann die expanſive Kraft des Wärmeſtoffs Theile des feſten Körpers mit ſich

 fort,

*) De ſalibus ſaccharinis vegetabilibus et ſacchari albi vulgaris analyſi, acidoque huius ſpiritus. Gieſſ. 1776.

ſort, oder verwandelt ihn zuletzt in Dampf, wobey jedoch der Wärmeſtoff mit den Theilen des Körpers mechaniſch verbunden iſt. Es kann endlich aber auch eine chemiſche Verbindung erfolgen, und in dieſem Falle verwandeln ſich ſelbſt die feſten Körper in permanent elaſtiſche Flüſſigkeiten oder in luftförmige Stoſſe. Nach neuern Verſuchen des Herrn Lentin *) in Göttingen ſcheinet zu folgen, daß zur Schmelzung außer dem Wärmeſtoffe noch etwas anders nöthig ſey. Er hat ſich eigene Apparate erfunden, um Körper in einer jeden Luftart, beſonders aber in reiner Luft, ſehr hohen Wärmegraden auszuſetzen, dergleichen zum Glühen, Schmelzen und Verkalken der Metalle nöthig ſind. In einem ſolchen Apparate ward ½ Unze Bley in kleine Täfelchen geſchnitten unter einem Glaſe mit reiner Luft erhitzt. Das Bley verlor den Glanz, änderte die Farbe und glühte endlich roth; die Stückchen behielten jedoch ihre Form ohne zu ſchmelzen, ſelbſt da das Glas nunmehr an dieſer Stelle weiß glühete. Nach Zulaſſung der atmoſphäriſchen Luft ſchmolz das Bley ſogleich. Ward das Bley gleich vorher in atmoſphäriſcher, fixer und brennbarer Luft erhitzt, ſo erfolgte die Schmelzung, wie gewöhnlich, in kurzer Zeit. Das Verhalten anderer Metalle war eben ſo; der Spiesglanzkönig aber ſchmolz ſehr bald in reiner Luft. Auch brachte er leichtflüſſige Metallgemiſche, die ſchon geſchmolzen waren, in reine Luft, in welchem Falle ſie ſogleich erſtarrten, aber wieder flüſſig wurden, als ſie wieder in atmoſphäriſche Luft kamen. Die Schmelzung des Eiſes ging ſogar in reiner Luft langſamer von Statten, als in der atmoſphäriſchen. Dieſen Verſuchen gemäß ſcheint alſo die reine Luft der Schmelzung überhaupt mehr hinderlich als beförderlich zu ſeyn, da doch ſonſt den allgemeinen Erfahrungen zufolge dieſe Luft als Mittel zur ſchnellern Schmelzung ſehr häufig gebrauchet wird, und hierzu eigene Apparate ſind vorgeſchlagen worden. Sie ſcheinen ferner zu erweiſen, als ob aus der atmoſphäriſchen, fixen, inflammablen u. ſ. Luft

*) Ueber das Verhalten der Metalle, wenn ſie in dephlogiſtiſirter Luft der Wirkung des Feuers ausgeſetzet werden. Götting. 1795. 8.

Luft etwas hinzukommen müſſe, damit die Schmelzung der feſten Körper erfolge. Allein dieſe Verſuche bedürfen noch mehrerer Wiederhohlungen, ehe man berechtiget iſt, von der ſchon allgemein anerkannten Erfahrung abzugehen, zumahl, da zugleich die Bemerkung beygefüget wird, daß der Verſuch mit dem leichtflüſſigen Metallgemiſch ganz entgegengeſetzet ausgefallen ſey. Ueberhaupt ſcheinen auch andere Bemerkungen über dieſe Verſuche *) ſehr wahrſcheinlich zu machen, daß bloß die Art, auf welche ſie angeſtellet wurden, Erſcheinungen veranlaſſet habe, welche Herr Lentin mit Unrecht als Kennzeichen einer nicht erfolgten Schmelzung anſah.

Auf dem beſtimmten Wärmegrade, welchen ein feſter Körper zum Flüſſigwerden nöthig hat, beruhet die Eintheilung der Körper in **leichtflüſſige** und **ſtrengflüſſige** oder **ſchwerflüſſige** Körper. Unter allen Metallen iſt das Queckſilber das leichtflüſſigſte, indem dieſes bey der gewöhnlichen Temperatur der Atmoſphäre ſelbſt, wenn ſie ſehr kalt iſt, flüſſig bleibt, und erſt bey einer ſehr großen Kälte feſt wird. Andere Metalle, als Bley, Zinn, Wismuth ſind bey der größten Wärme der Atmoſphäre feſt, ſchmelzen aber leicht, und bey einem geringern Wärmegrade, als zu ihrem Glühen nöthig iſt; noch andere Metalle aber z. B. Silber, Gold, Kupfer, Eiſen, Platina erfordern zum Schmelzen größere Grade der Hitze, bey welchen ſie roth, ja ſogar weiß glühen. Die Grade der Wärme, welche, nach der Angabe der Akademiſten zu Dijon, zu ihrer Schmelzbarkeit erfordert werden, ſind folgende:

Zinn	erfordert	170°	nach Reaumür
Bley	—	230	— —
Silber	—	450	— —
Gold	—	563	— —
Kupfer	—	630	— —
Eiſen	—	696	— —

*) Grens neues Journal der Phyſik. B. II. S. 108 u. f.

Nach den Verſuchen des Herrn **Wedgwood** [α]) ſind folgende Wärmegrade zur Schmelzung der verſchiedenen Metalle erforderlich:

Meſſing erfordert	3807°	nach Fahrenheit.
Schwediſch Kupfer erfordert	4587	— —
Feines Silber ——	4717	— —
Feines Gold ——	5237	— —
Gegoſſenes Eiſen ——	17977	— —

Das Schmelzen der leichtflüſſigſten Materien nennt man auch das **Zergehen**, **Zerlaſſen** (liquefactio), wie z. B. das Zergehen der Butter, des Fettes u. dergl. Auch gibt es viele Körper, welche ſich an freyer Luft in der Hitze zerſetzen oder verbrennen, ehe ſie ſchmelzen; einige Körper aber können durch keine Hitze, die wir jetzt hervorzubringen im Stande ſind, in Fluß gebracht oder geſchmolzen werden; man nennt ſie daher **feuerfeſt**. Jedoch ſind ſie wohl deßwegen nicht abſolut unſchmelzbar zu nennen; denn alle können doch wenigſtens durch Hülfe anderer, mit welchen ſie ſich chemiſch vereinigen, zum Schmelzen gebracht werden; dahin gehören beſonders die einfachen Erden. Es bleibt aber immer merkwürdig, daß ſolche Körper, welche an ſich feuerfeſt, oder auch ſehr ſtrengflüſſig ſind, durch Vermengung mit einander leichter in Fluß gebracht werden können. So iſt ein Gemeng von Thon und Kalk ſchmelzbar, und hierauf beruht der Gebrauch der ſo genannten **Schmelzungsmittel, Flüſſe, Zuſchläge**. M. ſ. **Fluß**. Die Vermiſchungen der Metalle mit einander ſchmelzen faſt alle leichter als die einzelnen Metalle für ſich. Zinn, Bley und Wismuth geben ſehr leichtflüſſige Miſchungen, aus welchen auch die Schnellothe der Orgelbauer und Zinngießer beſtehen. Nach **Roſe** [β]) iſt folgendes Gemiſch auch ſchon im ſiedenden Waſſer ſo flüſſig, wie Queckſilber: 2 Theile Wismuth, 1 Theil Bley und 1 Theil Zinn; und nach **d'Arcyt** [γ]): 8 Theile Wismuth, 5 Theile Bley und drey Theile Zinn.

Die

α) Philoſ. transact. Vol. 74. Part. II. S. 370.
β) Stralſund. Magazin. B. II. S. 24.
γ) *Rozier* obſervat. ſur la phyſ. Tom. IX. p. 217.

Die Schmelzung einiger Körper, wie z. B. das Eis und die meiſten Metalle, erfolget plötzlich und auf ein Mahl; die einiger anderer Körper aber, wie z. B. die Fette und Harze, und unter den Metallen das Eiſen, geſchiehet nur nach und nach.

Nach dem Fahrenh. Thermometer werden Baumöl und Rüböl beym 38ſten, Butter vom 74ſten bis 88ſten, Schweinfett vom 94ſten bis 100ten, Rindstalg und Hirſchtalg vom 104ten bis 106ten, Wachs beym 140ſten, ſchwarzes Pech vom 160ſten bis 186ſten, eine Compoſition von Bley und Wismuth beym 283ſten, eine von gleichen Theilen Bley und Wismuth beym 334ſten flüſſig. Die beſtimmten Wärmegrade überhaupt, welche zur Schmelzung der verſchiedenen Subſtanzen erfordert werden, laſſen ſich durch Hülfe des Queckſilberthermometers nicht weiter als bis zum 600ten Grade meſſen; denn alsdann fängt das Queckſilber zu ſieden an, und kann daher kein Wärmemaß mehr abgeben. Um nun noch höhere Wärmegrade zu beſtimmen, dienen die Pyrometer oder Metallthermometer, welche aber keine völlig zuverläſſigen Reſultate gewähren. So ſind die angeführten Beſtimmungen der Wärmegrade in Anſehung der Schmelzung der verſchiedenen Metalle vermittelſt des Pyrometers von Herrn **Wedgwood** gefunden worden. Es läßt ſich daraus einſehen, daß die Angaben der zur Schmelzung der feuerbeſtändigen Metalle nöthigen Wärmegrade von verſchiedenen Schriftſtellern verſchieden ausfallen mußten.

Der Köper, der wirklich im Schmelzen begriffen iſt, ändert ſeine fühlbare Wärme nicht, indem die zur Bewirkung der Flüſſigkeit nöthige Wärme verwendet wird, und daher nicht noch ein Mahl aufs Gefühl oder aufs Thermometer wirken kann. Hierauf beruhet es, warum man ſich der Temperatur des ſchmelzenden Eiſes bedienet, um einen feſten Punkt bey der Beſtimmung der Wärmegrade zu haben.

Von dem wahren Schmelzen muß man das Flüſſigwerden mancher Salzkryſtalle z. B. des Alauns, Vitriols, in der Hitze unterſcheiden, welches ſeinen Grund in den wäſ-

ſerichten Theilen deſſelben hat, welche in groͤßerer Hitze das Salz aufloͤſen, ungeachtet ſie es in geringerer nicht koͤnnen, und nach deren Verluſt das Salz in der Hitze auch wieder feſt wird.

M. ſ. Gren Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 569 u. f.

Schmelzungsmittel ſ. Fluß.

Schnee (nix, neige). Der Schnee beſteht aus gefrornen Waſſertheilchen, welche ſich als Eisnadeln in lockerer und flockichter Geſtalt in der Atmoſphaͤre an einander legen, und beym Herabfallen den Erdboden mit einer lockeren weißen Maſſe bedecken. Wenn die in der Atmoſphaͤre zerſetzten Waſſerdaͤmpfe ſo viel von ihrem Waͤrmeſtoffe verlieren, daß ſie feſt werden koͤnnen, ſo kryſtalliren ſich die kleinen Waſſertroͤpſchen zu kleinen Eisnadeln, welche ſich an einander haͤngen und Flocken bilden, die eben den Schnee ausmachen.

Was die Geſtalt des Schnees betrifft, ſo iſt dieſe verſchieden. Bey ſtrenger Kaͤlte ſind die Flocken viel kleiner, als im entgegengeſetzten Falle, wahrſcheinlich, weil die Waſſertroͤpſchen, aus welchen die Eisnadeln entſtehen, viel kleiner ſind, ſchneller erkalten, und ſich daher in geringerer Menge an einander haͤngen. Unter dieſen Umſtaͤnden faͤllt in den Nordlaͤndern bisweilen ein ſo feiner Schnee, den man den Staubſchnee nennt. Dieſer Staubſchnee dringt durch die geringſten Spalten, macht die naͤchſten Gegenſtaͤnde unſichtbar, greift die Augen ſehr an, und ſcheint gleich uͤber der Erdflaͤche zu entſtehen, weil dabey oft die Sonne ſcheinet; bisweilen bedeckt er den Boden 4 bis 5 Fuß hoch, und iſt ſo fein und trocken, daß man nicht darauf gehen kann.

Die gewoͤhnlichſte Geſtalt des Schnees iſt ſternfoͤrmig. Die duͤnnen Eisnadeln naͤmlich legen ſich unter gewiſſen Winkeln an einander, und bilden auf ſolche Art gewoͤhnlich ſechsſpitzige Sterne, die beſonders bey Windſtille ſehr regelmaͤßig ſind. Dergleichen Sternchen haͤngen ſich oft ſehr viel an einander, und geben zu verſchiedenen Geſtalten des Schnees

Veran-

Veranlaſſung. Bisweilen ſind die Nadeln dieſer Sterne glatt, bisweilen aber ſind auch mit andern kleinen Nadeln beſetzet, ſo daß eine jede Nadel einem Pflanzenzweige gleichet. Ueberhaupt ſind die Figuren, welche hieraus entſtehen, unendlich mannigfaltig und in großer Menge von D. Hook [α]), Engelmann [β]), Nehemiah, Grew, Langwith, und Nettis [γ]), Guettard [δ]), Holmann [ε]) und andern beſchrieben und abgebildet worden. Die merkwürdigſten davon gibt auch Muſſchenbroek [ζ]) an. Die Winkel, unter welchen die Nadeln der Sternchen gegen einander geneigt ſind, machen 60° und 120°; ja ſelbſt die kleinern Nadeln oder Aeſte ſitzen an den größern Nadeln unter Winkeln von dieſer Größe. Sehr ſelten hat man Sterne von 12 Spitzen, oder Verbindung von Winkeln unter 30 Graden bemerket. Es iſt gar nicht zu zweifeln, daß die ſo regelmäßige ſternförmige Geſtalt des Schnees ſchon in den älteſten Zeiten iſt bemerket worden, nur hat man weiter keine Aufmerkſamkeit darauf gerichtet. Der erſte, welcher dieſen regelmäßigen Bau anführet, war Kepler [η]).

Bey der Entſtehung des Eiſes nimmt man ebenfalls das Beſtreben nach Vereinigung unter Winkeln von 60° und 120° wahr. Daher iſt wohl kein Zweifel, daß die Entſtehung des Eiſes und des Schnees auf einerley Grunde beruhet. Das Gefrieren nämlich iſt eine wahre Kryſtalliſation, wobey der Uebergang aus dem flüſſigen Zuſtande in den feſten, wenn es nicht zu ſchnell erfolget, beſtändig mit einer regelmäßigen Geſtalt verbunden iſt. (M. ſ. Kryſtalliſation. Th. III. S. 190 u. f.).

Die herabgefallene Schneemaſſe iſt übrigens ſehr locker, beſonders wenn die gefallenen Flocken ſehr groß ſind. Nach Sedi-

α) Micrographia, p. 58.
β) Het regt gebrugk der natuur beſchouwingen in een verhandeling de ſnewfiguren. Haarl. 1747.
γ) Philoſ. transact. num. 92. num. 376. und Vol. XXIX. Part. 2. p. 644.
δ) Mémoir. de l'Acad. de Paris 1762.
ε) Comment. Goetting. Tom III. p. 24.
ζ) Introduct. ad philoſ. natural. Tom. II. Tab. LXI.
η) Strena ſ. de nive ſexangula. Frf. 1611. 4. et in *Caſp. Dornavii* amphitheatro ſapientiae ſocraticae. p. 751.

Sedileau's [*]) Beobachtung gab eine 5 bis 6 Zoll hohe Schneelage von der Sonne geſchmolzen nur 1 Zoll hoch Waſſer; de la Hire [β]) bekam aus 12 Zoll hohem Schnee nur 1 Zoll hoch Waſſer, und **Muſſchenbroek** führt einen zu Utrecht gefallenen Schnee an, welcher eine 24 Mahl geringere Dichtigkeit, als Waſſer, hatte.

Bey anhaltender Kälte ſinkt der gefallene Schnee immer dichter zuſammen, dunſtet ſtark aus, und verzehret ſich dadurch allmählig immer mehr und mehr, wozu auch die Wirkung der Sonnenſtrahlen beyträgt. In höhern Gegenden der Atmoſphäre aber iſt es beſtändig ſo kalt, daß nicht aller auf den Gipfeln der Berge herabgefallener Schnee, ſelbſt in den heißeſten Sommern, ſchmelzt, wiewohl ein großer Theil beſonders in den Sommermonaten Waſſer zur Unterhaltung der Bäche und Flüſſe liefert. Daher gibt es eine beſtändige Schneegrenze, welche gegen die Pole zu immer niedriger wird, und zuletzt mit der Erdfläche ſelbſt zuſammenfällt. Auf den Alpen nimmt man wahr, daß der Schnee bey warmer Luft und bedecktem Himmel weit häufiger ſchmelzt, als durch unmittelbare Wirkung der Sonnenhitze, vermuthlich, weil der Schnee das Sonnenlicht ſtark zurückwirft, welches zugleich auch der Grund ſeiner blendenden Weiße iſt.

Die Kälte dringt nie ſehr tief in Schnee, daher auch ſelbiger zur Beſchützung der Pflanzen bey ſehr heftigen Fröſten dienet. Vermöge der Beobachtungen, welche Guettard angeſtellet hat, bleibt der Schnee 4 Fuß tief unter ſeiner Oberfläche beſtändig bey der Temperatur des thauenden Eiſes.

Weil jederzeit, ſo oft ſich Dämpfe in Waſſer oder Schnee verwandeln, Wärme frey wird, ſo muß auch dieſe wieder auf die Atmoſphäre wirken, und ihr eine größere empfindbare Wärme mittheilen; daher bemerket man auch in der Regel, daß die Temperatur der Luft wärmer wird, wenn es zu ſchneyen anfängt, als ſie vorher war. Bey der gemeinen Sage, es könne vor Kälte nicht ſchneyen, wird Wirkung und Urſache

*) Mémoir. de l'Acad. des ſcienc. de Paris 1692.

β) Mémoir. de l'Acad. des ſcienc. de Paris 1712.

Urſache verwechſelt. Daß nämlich die atmoſphäriſche Luft vor dem Schneyen etwas wärmer wird, iſt Wirkung nicht Urſache des Schnees.

Um die Entſtehung des Schnees zu zeigen, hat man folgenden Verſuch angeführet. Man löſe im warmen Waſſer ſo viel Salmiak auf, als ſelbiges nur auflöſen kann. Dieſe Auflöſung gießt man in ein tiefes gläſernes Gefäß, welches vorher erwärmet worden iſt. Nachher laſſe man dieſelbe an einer ruhigen Luft allmählig erkalten. Bald bilden ſich an der Oberfläche kleine Kryſtalle; dieſe kleinen Kryſtalle ſind ſpecifiſch ſchwerer als die Flüſſigkeit, in welcher ſie ſchwimmen, ſie fallen daher langſam zu Boden; aber, indem ſie fallen, werden ſie merklich größer, und ſie gelangen auf den Boden des Gefäßes in Geſtalt zahlreicher und großer Flocken. Und, was ſehr merkwürdig iſt, dieſe Kryſtalliſation fährt ſehr ſchnell fort, in einer Flüſſigkeit, welche nicht genug überſättiget iſt, um ſich von ſelbſt zu kryſtalliſiren. Ein entſtandener Kryſtall determiniret ſogleich die ganze Flüſſigkeit zum Kryſtalliſiren. Alles dieß, was nun hier erfolge, erfolge auch in der Luft, wenn es ſchneye. Wenn nämlich erſt einige kleine Waſſertropfen durch die Kälte kryſtalliſiret worden ſind, ſo habe die Kryſtalliſation ihren Anfang genommen. Wenn nachher dieſe kleinen Kryſtallen, vermöge ihrer ſpecifiſchen Schwere, zu fallen anfangen, ſo fahre die Kryſtalliſation fort, und das übrige in der Luft enthaltene Waſſer, welches ſonſt noch nicht würde kryſtalliſiret ſeyn, kryſtalliſire ſich nunmehr, weil die Kryſtalliſation ein Mahl angefangen habe.

Der Schnee fällt an manchen Orten ſehr häufig und ſtark, wovon **Muſſchenbroek** mehrere Beyſpiele anführet. Dergleichen erzählet auch **Maupertuis** von Lappland, und **Ellis** von Hudſonsbay, wo oft alles ſehr verſchneyet wird, daß man weder Wege noch Wohnungen der Menſchen mehr wahrnimmt.

Oft rollen von den Gipfeln hoher Berge nach und nach ungeheure Schneebälle herab, die in Thälern ſchreckliche Verwüſtun=

wüſtungen anrichten. Die Alpenbewohner nennen ſie Lavinen; ſie verurſachen ein donnerähnliches Krachen, verſchütten ganze Fluren und Wohnungen, verſtopfen den Lauf der Flüſſe, und verheeren ganze Gegenden durch die darauf erfolgten Ueberſchwemmungen.

Die Alten glaubten, es ſchneye auf dem Meere nicht; dieſe Meinung iſt aber irrig, indem es ſehr oft auf der Nordſee ſchneyet; indeſſen fällt der Schnee auf dem feſten Lande häufiger, beſonders in höher liegenden Gegenden. An niedrigern Stellen der Erde lehret die Erfahrung häufig, daß es daſelbſt regnet, wenn es auf den Bergen ſchneyet. M. ſ. Regen.

M. ſ. *Muſſchenbroek* introductio ad philoſoph. naturalem. Tom. II. §. 2401 ſeq. Erxleben Anfangsgründe der Naturlehre durch Lichtenberg. Anmerk. zu §. 434 und §. 737. Girtanner Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin 1795. 8. S. 241 f.

Schnellkraft ſ. Elaſticität.

Schnellwage (ſtatera Romana, balance Romaine). Dieſen Nahmen hat eine Wage erhalten, an welcher man mit einerley Gegengewichte Laſten von ſehr verſchiedenem Gewichte abwägen kann. Nach Wallis *) ſoll der Nahme Romana aus dem Orient herrühren, wo dieſe Wage noch häufig gebrauchet wird. Dem Gegengewichte nämlich gibt man gemeiniglich die Geſtalt eines Granatapfels, der bey den Arabern Romman heißt. Von den Arabern wird die Schnellwage noch jetzt Rommana genannt, und vermuthlich iſt durch ſie ihr Nahme und Gebrauch in den Occident gekommen. Bey der gemeinen Einrichtung der Schnellwage bleibt die Unterlage (fig. 55.) an einen ungleicharmigen phyſiſchen Hebel a b feſt. Es wird nämlich alsdann das Moment des Gegengewichtes d deſto größer, je weiter es von dem Ruhepunkte c auf dem längern Hebelsarme verſchoben wird. M. ſ. Hebel. Es kann daher dieſes Gewicht beſtändig ſchwereren in die Wagſchaale e gelegten Gewichten das Gleichgewichte halten,

*) Mechanica in opp. Tom. I. p. 642.

ten, je mehr es gegen das Ende b hin geſchoben wird. Hat der Wagebalken acb eine ſolche Einrichtung, daß der lange Arm cb bey weggenommenen Gegengewicht mit dem kürzern Arme nebſt Schaale und Zubehör das Gleichgewicht hält, ſo ſagt man alsdann, es ſey der lange Arm auf den kürzern äquirt. In dieſem Falle iſt alſo der Wagebalken im Schwerpunkte ſelbſt unterſtützet, und kann als mathematiſcher Hebel betrachtet werden; die Abtheilungen auf dem langen Arme cb werden alsdann der Entfernung ac gleich gemacht. Wäre alſo z. B. das Gleichgewicht d ein Pfund ſchwer, und hätte vom Ruhepunkte c eine Entfernung = 6. ac, ſo würde es mit einer 6 Pfund in die Schaale gelegten Laſt das Gleichgewicht halten. Fiele aber der Unterſtützungspunkt mit dem Schwerpunkte nicht zuſammen, ſo könnte man zwar die Abtheilungen auf dem längern Arme nach den Geſetzen des Hebels leicht beſtimmen; allein in der Ausübung iſt es ſicherer, ſie durch Verſuche zu finden.

Eine andere Einrichtung der Schnellwage iſt die, wo die Unterlage beweglich iſt, das Gegengewicht d hingegen am Ende des Armes b befindlich iſt. Eine dritte Einrichtung ſolcher Wagen, wo ſich die abzuwägende Laſt verſchieben ließ, würde in der Ausübung mit vielen Unbequemlichkeiten verbunden ſeyn.

Wenn große Laſten mit der Schnellwage gewogen werden ſollen, ſo müſſen der Wagebalken ſelbſt, Zopfen, Scheere, Haken, Schaale und Ketten genugſame Stärke beſitzen. Auch ſind eigene Werkzeuge nöthig, die Laſten ſelbſt in und aus der Schaale zu heben. Ja die ganze Wage, welche nach Proportion ihrer Größe ſelbſt viele Centner ſchwer ſeyn kann, muß oft von der Stelle gerückt werden, wozu Werkzeuge und Einrichtungen nöthig ſind, die auch ſonſt überall angebracht werden können, Laſten mit Vortheil zu bewegen. Wie alles dieß vortheilhaft zu bewerkſtelligen ſey, lehrt Leupold *), welcher auch zugleich die von ihm im Jahre 1718 zu

*) Theatrum ſtatic. vniuerſ. Part. I. Leipz. 1726. Fol. Cap. 6.

zu Leipzig angelegte groſse Heuwage beſchreibet, welche, mit drey verſchiedenen Gewichten und zwey verſchiedenen Aufhängpunkten für Laſt, von 3 bis 58 Centner wiegt, und auf ein halbes Pfund ſchon Ausſchlag gibt. Geringere Laſten werden an den entfernteſten Zapfen 14 Zoll weit vom Ruhepunkte, größere an den nähern nur 7 Zoll weit entfernten, gehangen; auch gebrauchet man bey geringen Laſten nur ein Gewicht, bey den größten alle drey. Hierdurch hat dieſe Wage die Fähigkeit erhalten, groſse Laſten ſowohl, als auch kleine abzuwägen, ohne den Balken über 6 Leipziger Fuſs verlängern, oder das bewegliche Gewicht ſchwerer als $1\frac{1}{4}$ Centner machen zu dürfen. Am Balken befindet ſich keine Zunge, durch ſeinen wagrechten Stand aber wird das Gleichgewicht angezeiget, indem eine auf dem Schieber des beweglichen Gewichtes aufgeſetzte Bleywage ſelbiges angibt.

Schörl, elektriſcher ſ. Turmalin.

Schraube (cochlea, vis). Es ſey (fig. 56.) abhg ein gerader Cylinder und gh ein Schnitt mit der Grundfläche ab in der Entfernung ag parallel; auf dieſer Cylinderfläche ſey eine krumme Linie amng nach dieſem Geſetz gezeichnet, daſs, wenn durch einen Punkt m derſelben eine gerade Linie mit der Axe ef des Cylinders parallel gehet, und den Umfang der Cylinderfläche in p trifft, alle Mahl das Verhältniſs ap:pm dem Verhältniſſe des Umfanges der Grundfläche zur Höhe ag gleich ſey. Dieſe krumme Linie heiſst eine **Schraubenlinie**, und ag iſt eines **Schraubenganges Höhe**, der Cylinder ſelbſt wird die Spindel, und der Umfang ſeiner Grundfläche oder eines jeden mit der Grundfläche parallelen Schnittes der **Umfang der Spindel** genennt. Wird nun um die Spindel eine Erhöhung ſo geführet, wie es die Geſtalt einer Schraubenlinie erfordert, ſo entſtehet eine eigentlich ſo genannte **Schraube** (cochlea mas, cochlea exterior, vis mâle, vis exterieure). Beſitzet ferner ein anderer Körper eine cylindriſche Oeffnung von einer ſolchen Dicke, daſs die Spindel genau darin paſſen würde; iſt überdem auf der inwendigen Fläche dieſer Oeffnung eine Vertie-

fung

fung gleichfalls in der Geſtalt der Schraubenlinie ſo eingeſchnitten, daß jene erhabene um die Spindel geführte Schraubengänge genau in dieſe Vertiefung paſſen, ſo heißt dieſer hohle Cylinder mit ſeinem inwendigen Schraubengewinde die **Schraubenmutter** (cochlea foemina, cochlea interior, vis femelle, vis interieure, écrou).

Die Alten haben ſchon die Schraube unter die einfachen Potenzen der Mechanik gezählet, deren Gebrauch gewöhnlich dieſer iſt, daß die Schraubenſpindel mit der Schraubenmutter von gleichen Abmeſſungen verbunden wird. Wenn alsdann eins von beyden, entweder die Schraube oder die Mutter, feſt gehalten, und das andere umgedrehet wird, ſo verſchieben ſich beyder Gänge ſo an einander, daß dadurch der bewegliche Theil ſich fortbewegen muß. Durch eine ſolche Einrichtung iſt man vermögend, ungeheure Laſten mit vortheilhafter Anwendung der Kraft zu heben, widerſtehende Körper fortzuſchieben, ſie an einander zu preſſen u. ſ. f.

Wenn pt in der Ebene der Grundfläche der Spindel liegt, und ihre Peripherie in p berühret, ſo berühret die Ebene mpt die Cylinderfläche in der geraden Linie mp, und ſie iſt auf dem Halbmeſſer ep der Grundfläche ſenkrecht. Man nehme pt dem Bogen pa und pv dem Bogen pbla gleich, ſo iſt tv dem Umfange der Spindel apbla gleich. Man ziehe ferner tm, und ſetze vx auf tv ſenkrecht, ſo hat man

$tp : pm = tv : vx$, oder

$ap : pm = apbla : vx$

mithin $vx = ag$, und tx iſt eine Tangente des Schraubenganges. Man nehme die gerade Linie mr in der Ebene tvx auf der Tangente tx des Schraubenganges ſenkrecht, ſo iſt ſie zugleich auf dem Schraubengange in m ſenkrecht. Ferner iſt der Winkel $rmp = 90° - pmt = ptm$. Man ſtelle ſich über der Schraubenlinie einen erhöheten Schraubengang und tvx als ein feſtes ſenkrecht ſtehendes Dreyeck vor, und auf deſſen Hypothenuſe der Schraubengang in m ruhet. Oben auf der Spindel drucke eine Laſt $= V$, ſo daß die Stelle m in der lothrechten Richtung mſ einen

Druck $=$ V leidet; ferner ſey m z mit p t parallel, alſo p m z $= 90°$, und gegen eben die Stelle m des Schraubenganges, welche den Druck V in der Richtung m ſ leidet, drucke eine Kraft q in der Richtung m z, ſo daß aus beyden Kräften V und q nach der mittleren Richtung m r ein Druck entſtehet, der, weil er auf t x ſenkrecht iſt, davon völlig aufgehalten wird. Alsdann wird erfordert, daß ſich verhalte V : q $=$ ſin. r m z : ſin. r m ſ. Weil nun r m ſ $=$ p t m war, ſo iſt r m z $=$ p m t; mithin V : q $=$ ſin. p m t : ſin. p t m $=$ p t : p m, oder V : q $=$ Peripherie a p b l a : a g.

Man nehme nun an, Schraube und Schraubenmutter greifen in einander, und eine Kraft q bey a ſtrebe die Spindel in einer auf der Axe e f ſenkrechten Ebene, deren Richtung a c den Umfang der Spindel berühret, um ihre Axe zu drehen; es drucke aber auch ferner eine Laſt V die Spindel nach der Richtung f e, welche ſich gegen die Kraft q verhalte, wie der Umfang der Spindel zur Höhe des Schraubenganges; ſo iſt alles im Gleichgewichte, wenn die Mutterſchraube nicht ausweichen kann. Es vertheilet ſich nämlich bey dieſer Vorausſetzung der Druck V über den ganzen Schraubengang gleichförmig. Der letztere ſey nach ſeiner ganzen Länge in ſehr kleine gleich große Theile getheilet, und die Anzahl aller Theile ſey $= \mu$, ſo leidet jede Stelle m einen Druck $= \frac{1}{\mu} V = v$ in der Richtung m ſ. Die Höhe des Schraubenganges ſetze man $= \alpha$, die Peripherie der Spindel $= \beta$, ſo iſt vermöge der Vorausſetzung V : q $= \beta : \alpha$ alſo $q = \frac{\alpha}{\beta} . V$. Wird nun ferner an m eine Kraft $= \frac{1}{\mu}$ q in der Richtung m z, zugleich aber auch eine eben ſo große Kraft in der gerade entgegengeſetzten Richtung m y angebracht, ſo ſind alle Kräfte $\frac{1}{\mu}$ q in der Richtung m y mit q im Gleichgewicht. An jeder Stelle in m entſtehet überdem aus den Kräften $\frac{1}{\mu}$ q in der Richtung m z, und aus v in der

der Richtung m f ein gegen den hohlen Schraubengang ſenkrechter Druck in der Richtung m r, der völlig aufgehoben wird, mithin iſt alles im Gleichgewichte.

Wäre mit der Schraube der Hebelsarm e o in einer auf der Axe e f ſenkrechten Ebene verbunden, und daran eine auf e o ſenkrechte Kraft w angebracht, ſo entſtehet daraus bey a in der Richtung a c ein Druck $q = \frac{eo}{ea} . w$. Damit dieſer mit V das Gleichgewicht halte, wird erfordert, daß $V = \frac{\beta}{\alpha} . q$ ſey, mithin $V = \frac{\beta}{\alpha} . \frac{eo}{ea} . w$. Setzt man den Exponent des Verhältniſſes der Peripherie des Kreiſes zum Durchmeſſer $= \pi$, ſo iſt $\beta = 2\pi . ea$, mithin auch die Laſt $V = \frac{2\pi . eo}{\alpha} . w$. Die von der Kraft w angegriffene Stelle o legt den Weg $2\pi . eo$ zurück, wenn die Laſt V um die Höhe $ag = \alpha$ gehoben wird, mithin gilt auch bey der Schraube das Geſetz: **die Laſt verhält ſich zur Kraft, umgekehrt wie der Weg der Kraft zum Wege der Laſt;** daher geht ebenfalls hier ſo viel an Raum und Geſchwindigkeit verloren, als an Kraft gewonnen wird.

Dieſe Schlüſſe ſetzen vieles voraus, was in der Ausübung nicht ſo genau erhalten werden kann. Wie die Geſtalt der Schraubengewinde beſchaffen ſeyn müſſe, damit der ſenkrechte Druck auf ſie in jedem Punkte wirklich die vorausgeſetzte Lage hätte, würde eigene Unterſuchungen erfordern. Man betrachtet das Schraubengewinde ſo, als wenn es mit der Schraubenlinie einerley wäre, da es doch eine ziemliche Dicke beſitzen muß, und die Oberfläche deſſelben mancherley Krümmungen hat, darauf hier nicht Rückſicht genommen iſt. Es läßt ſich alſo nicht erwarten, daß dasjenige in der Erfahrung genau zutreffe, was aus den Vorausſetzungen iſt geſolgert worden. Der Erfolg wird deſto weniger von der Theorie abweichen, je näher die Geſtalt der Schraubengänge derjenigen kömmt, bey welcher dieſe Vorausſetzungen beſte-

hen würden. Indeſſen dienen doch dieſe Schlüſſe dazu, um zu beurtheilen, wie ſtark die Schraubengänge ſeyn müſſen, damit ſie den Druck auf ſie, ohne zu zerbrechen, aushalten können. Es folgt daraus, daß die Schraubengänge deſto weniger gepreßt werden, je genauer und richtiger eins in das andere paßt. Sobald ſich einige Theile allein an einander klemmen, ohne daß die übrigen einander zugleich eben ſo genau berühren, ſo leiden jene allein den ganzen Druck, und müſſen abſpringen, wenn ſie nicht genugſame Stärke beſitzen. Wenn ein einziger Punkt m ganz allein gepreßt würde, ſo müßte er den ganzen Druck V nach der Richtung m p leiden. Wenn man ſich nun das Dreyeck t v x als ein ſolches vorſtellet, in welchem die Hypothenuſe t x die Länge einer ſchiefen Ebene, t v die Grundlinie und v x die Höhe der ſchiefen Ebene ſind, ſo iſt der Druck V nach der Richtung m p auf t v ſenkrecht. Die vorigen Schlüſſe ergaben, daß Kraft und Laſt an der Schraube ſich eben ſo gegen einander im Falle des Gleichgewichtes verhalten müſſen, wie es auf der ſchiefen Ebene ſeyn müßte, wenn t der Neigungswinkel gegen den Horizont wäre, und die Kraft mit der Grundlinie parallel zöge. M. ſ. **Schiefe Ebene.** Verſchiedene Schriftſteller nehmen dieß zum Grunde, und leiten daraus die Lehre von der Schraube ab. Sie drucken ſich nämlich ſo aus: jeder Schraubengang ſey nichts anders als eine ſchiefe Ebene um einen Cylinder gewunden. Allein wollte man ſich wirklich t x als eine ſchiefe Ebene vorſtellen, welche um den Cylinder gewunden den Schraubengang gäbe, ſo würde dieß der Natur einer Ebene ganz entgegen ſeyn. Herr **Käſtner** hat in einer Abhandlung *) von der Geſtalt der Schraubengänge gehandelt.

Bey dieſer Theorie iſt die Friktion bey Seite geſetzet, welche bey der Schraube außerordentlich ſtark iſt, wegen des ſtarken Drucks nicht allein der Schraubengewinde gegen einander, ſondern auch desjenigen, womit die Spindel ſenkrecht gegen

*) Ad theoriam cochleae pertinens obſeruatio geometrica in diſſ. mathem. et phyſic. Altenb. 1771. 4. nro. 6.

gegen die Mutter gepreßt wird. Indeſſen gewähret dieſe ſtarke Friktion bey der Anwendung der Schraube in vielen Fällen ſehr große Vortheile. Ueberhaupt hat die Schraube vor andern Maſchinen unverkennbare Vorzüge. Sie gebrauchet einen engen Raum, und leiſtet doch bey ihrer Einfachheit mehr, als irgend eine andere Maſchine bey einer ſo geringen Größe. Auch läßt ſich bey ihr ſehr leicht ein Hebel anbringen, indem die Spindel ihrer Figur nach eine Welle abgibt, welche in Verbindung mit dem Hebel eine Radwinde bildet. Bey Erhebung großer Laſten, bey ſtarken Zuſammenpreſſungen leiſtet ſie überdem wegen der ſehr ſtarken Friktion den Nutzen, daß ſie nicht ſo leicht wieder zurückgeht, wenn auch gleich die angreifende Kraft zu wirken nachläßt oder gar aufhöret. Beſonders hat dieſes Statt bey Schrauben mit engen Gängen, welche daher auch gebrauchet werden, wenn der Widerſtand auf eine lange Zeit ohne weiteres Zuthun der Kraft überwunden werden ſoll, wie z. B. bey Erhebung ganzer Dächer, Stockwerke, Gebäude u. dergl. welche in die Höhe ſind geſchraubet worden.

Zu Preſſen wird die Schraube entweder ſo gebrauchet, daß die Mutter im Geſtelle feſt iſt, die bewegliche Spindel aber mit einem durch den Kopf der Spindel geſteckten Hebel (dem Ziehpengel) umgedrehet, und gegen den Widerſtand gebracht wird, wie bey den Druckerpreſſen und Keltern; oder ſo, daß die Spindel feſt iſt, die bewegliche Mutter aber mittelſt daran befindlicher Handgriffe, welche ſtatt der Hebel dienen, umgedrehet wird, und eine daran liegende Platte gegen den Widerſtand treibt, wie bey den Buchbinderpreſſen.

Dagegen finden auch bey der Anwendung der Schrauben manche Unbequemlichkeiten Statt. Sie erfordern wegen der ungemein ſtarken Friktion die Anwendung einer großen Kraft, ſind im Großen ſehr koſtbar, und müſſen überdem bey hinreichender Feſtigkeit ſehr genau und gleichförmig ausgearbeitet ſeyn, indem man ſonſt Gefahr läuft, daß diejenigen Theile, welche den ganzen Druck auszuſtehen haben, abſpringen. Um die Schraubengänge zu ſchonen, verfertiget man bisweilen

Schrauben mit doppelten Gängen, wo auf der halben Weite des erſtern Ganges noch ein zweyter um die Spindel geführet wird. Dieß geſchiehet vorzüglich, wenn die Weite der Gänge groß iſt, und dazu Platz verſtattet, wie bey den Schrauben der Druckerpreſſen. Eine ſolche Schraube vermag zwar nicht mehr als eine andere mit einfachem Gange; aber ihre Gänge tragen nur halb ſo vielen Druck. Mehrere Schrauben mit einander zu verbinden, iſt nicht anzurathen; denn würde nur eine im geringſten mehr angezogen als die übrigen, ſo bekäme auch dieſe ganz allein die Laſt zu tragen. Daher ſind die Vorſchläge, Obeliſken und dergleichen ſchwere Laſten durch eine Menge Schrauben aufzurichten, beym **Leupold** *) in der Ausführung unmöglich.

Eine Schraube ohne Ende (cochlea infinita, vis ſans fin) wird aus einer Schraubenſpindel (fig. 57.) ab und einem Sternrade h i zuſammengeſetzet, ſo daß die Schraubengewinde zwiſchen den Zähnen des Sternrades, deren Figur darnach eingerichtet ſeyn muß, eingreifen, einen Zahn nach dem andern fortſchieben, und ſo das Rad in Umlauf bringen können, wenn die Spindel umläuft. Letztere iſt alsdann, wie die Welle des Rades, an beyden Enden mit gehörig unterſtützten Zapfen, c, d, verſehen, und, um ſie in Umlauf zu bringen, kann die Kurbel d e f dienen. Die Lage ihrer Axe c d muß mit der Tangente des Rades, da wo die Schraubengänge eingreifen, parallel ſeyn. Dieſe Maſchine hat ihren Nahmen daher erhalten, weil ſie nicht, wie die gemeine Schraube, nur bis auf einen gewiſſen Punkt, ſondern ohne Ende fortgedrehet werden kann, indem die Zähne des Rades immer wieder zurückkommen.

Wenn eine Kraft q die Kurbel d e f zu drehen ſtrebet, und de $= \varrho$, die Höhe des Schraubenganges $= \alpha$ geſetzet wird, ſo entſteht von der Kraft q gegen den Zahn g ein Druck $= \frac{2\pi\varrho}{\alpha} \cdot q$. Man ſetze ferner der Welle des k l Halbmeſſer $= r$, des Rades h i Halbmeſſer $= R$, die bey l herabhan-

*) Theatr. machin. Tab. XLVI. XLVII.

abhangende Laſt = V, ſo iſt im Falle des Gleichgewichtes $\frac{2\pi \cdot \varrho}{\alpha} \cdot q = \frac{r}{R} \cdot V$, alſo $V = \frac{2\pi \varrho R}{\alpha \cdot r} \cdot q$, und es iſt $V : q = \frac{2\pi R}{\alpha} \cdot \varrho : r$.

Die Zwiſchenweite α der Schraubengänge, von der Mitte eines Gewindes bis zur Mitte des folgenden muß ſo groß ſeyn, als die Entfernung der Mitte zweyer zunächſt auf einander folgenden Zähne des Sternrades, und $2\pi R$ iſt der Umfang des Rades h i, alſo iſt $\frac{2\pi R}{\alpha}$ die Zahl der Zähne des Rades. Bey jedem Umlaufe der Spindel wird ein Zahn fortgeſchoben, alſo iſt $\frac{2\pi R}{\alpha}$ zugleich die Zahl der Umläufe der Spindel, die auf einen Umlauf des Rades h i, mithin auch der Welle k l kommen. Bey jedem Umlaufe k l legt die Laſt V einen Weg $= 2\pi r$ zurück, und die Kraft q einen Weg $= \frac{2\pi R}{\alpha} \cdot 2\pi \varrho$; alſo verhält ſich der Weg der Laſt zum Wege der Kraft wie $2\pi r : \frac{2\pi R}{\alpha} \cdot 2\pi \varrho = r : \frac{2\pi R}{\alpha} \cdot \varrho = q : V$ d. h. die Wege verhalten ſich umgekehrt wie die Kräfte, daß folglich hier wiederum am Raume verloren gehet, was an Kraft gewonnen wird.

Die Schraube ohne Ende gebraucht man vorzüglich bey Erhebung ungeheurer Laſten, und außerdem bey ſehr vielen Inſtrumenten, bey welchen man die Abſicht hat, ſanfte Bewegungen, ohne Schwanken und Stoßen und ohne Verruckung der Lage der Ebene des umgedreheten Körpers hervorzubringen, wie bey gut eingerichteten Winkelmeſſern, Meßſcheiben u. dergl. Die Bearbeitung ſolcher Schrauben erfordert aber äußerſt viele Mühe, wenn ſie genau ſeyn ſollen.

M. ſ. Karſten Lehrbegriff der geſammten Mathematik. Th. III. Greifsw. 1769. 8. Statik Abſchn. X.

Schuh ſ. Fuß.

Schwaden ſ. Gas.

Schwanken der Erdaxe ſ. Wanken der Erdaxe.

Schwanken des Mondes ſ. Mond.

Schwefel (ſulphur, ſoufre) iſt ein feſter geſchmackloſer Körper von einer blaß-gelben Farbe, welcher ſich nicht im Waſſer, wohl aber in Oelen auflöſen läßt, in der gewöhnlichen Temperatur der Atmoſphäre keine Veränderungen erleidet, in mäßiger Hitze ſchmelzt, dabey aber in verſchloſſenen Gefäßen nicht zerſetzet wird, ſondern ſich ſublimiren läßt, beym Zutritt der Luft hingegen ſich mit einer blaulichen Flamme entzündet, und mit einem erſtickenden ſauren Geruche verbrennt, ohne Rückſtand zu hinterlaſſen.

Die alten Chemiker hielten wegen der gänzlichen Verbrennung des Schwefels alles Verbrennliche für Schwefel. Daher rechneten ſie den Schwefel mit zu den Grundſtoffen der Körper, und redeten von Schwefeln der Metalle, der vegetabiliſchen und der thieriſchen Körper. Erſt Becher und beſonders ſein Nachfolger Stahl *) führten ganz andere Begriffe vom Verbrennen ein, und unterſchieden den Schwefel von dem eigentlich Brennbaren. M. ſ. Brennſtoff. Dadurch wurde zugleich die Natur des Schwefels genauer unterſuchet.

Aller verkäufliche Schwefel iſt natürlicher, und gewöhnlich nur durch Kunſt von den damit verbundenen fremden Stoffen geſchieden. Man findet ihn hin und wieder ganz rein in der Natur (ſulphur natiuum, virgineum), größtentheils iſt er mit metalliſchen Stoffen verbunden, welche durch ihn vererzt ſind, beſonders in den ſo genannten Schwefelkieſen (pyritae), aus welchen man den Schwefel durch eine beſonders angeſtellte Ausſchmelzung oder Deſtillation gewinnt. Sonſt erhält man ihn auch als Nebenprodukt beym Röſten anderer ſehr ſchwefelhaltiger Erze. Der gewonnene Schwefel wird in Stangen gegoſſen, und heißt auch Stangen-

*) Zufällige Gedanken und nützliche Bedenken über den Streit von dem ſo genannten ſulphure. Halle, 1718. 8.

genſchwefel (ſulphur commune, citrinum). Sein ſpecifiſches Gewicht iſt größer, als das des Waſſers, aber geringer, als das der Erden und Steine. Sein natürlich unangenehmer Geruch wird durchs Reiben merklicher, wobey zugleich eine ſtarke Elektricität in ihm erreget wird.

In der Wärme wird der Schwefel erſt weich, ehe er ſchmelzt, und das Schmelzen geſchiehet bey 224° Fahrenh. Bey dieſer Hitze und etwas drüber fängt er an zu Dämpfen aufgelöſet zu werden, an welchen man ſchon im Dunkeln ein Leuchten gewahr nimmt. Wenn der geſchmolzene Schwefel in nicht zu kleinen Maſſen ruhig erkaltet, ſo kryſtalliſiret er ſich leicht in zarten Nadeln. Der natürliche kömmt gewöhnlich in octaëdriſchen Kryſtallen, doch mit verſchiedenen Abänderungen, kryſtalliſiret vor. Im Anfange des Schmelzens iſt der Schwefel ſehr flüſſig; er wird aber beym weitern Erhitzen zäher und rothbraun von Farbe. Wenn man ihn jetzt ins Waſſer gießt, ſo bleibt er weich wie Wachs, und nimmt leicht allerley Eindrücke an. Mit der Zeit erhärtet er, und erhält ſeine vorige Farbe und Conſiſtenz wieder. Wenn man von dem geſchmolzenen Schwefel zur Verhütung der Entzündung den Zugang der freyen Luft abhält, ſo ſteigt er als Dampf in die Höhe, und legt ſich bey der Sublimation als kleine zarte Nadeln an, welche gewöhnlich **Schwefelblumen, Schwefelblüthen** (flores ſulphuris) genennt werden.

Erhitzt man den geſchmolzenen Schwefel beym Zutritt der Luft ſtärker, ſo entzündet er ſich, und verbrennt gänzlich. Bey dieſem Verbrennen wird er zu einer Säure. Iſt die Hitze, wenn der Schwefel verbrennt, nur ſchwach, ſo iſt die Flamme des Schwefels blau, und die Säure, die ſich erzeuget, iſt unvollkommen, ſehr flüchtig und gasförmig; iſt aber die Hitze ſtärker, ſo wird die Flamme des Schwefels weißer und lebhafter, und die erzeugte Säure iſt eine vollkommene Säure in Dunſtgeſtalt.

Man nehme Schwefelfäden, lege ſie in eine blecherne Kapſel, zünde ſie an, und ſtürze nun eine Glocke mit at-

moſphä-

moſphäriſcher oder dephlogiſtiſirter Luft gefüllt darüber. Es verbrennt nur ein Theil Schwefel, die Luft wird beträchtlich vermindert und phlogiſtiſiret. Das in die Glocke aufgeſtiegene Waſſer iſt nun ſauer, und röthet die Lackmustinktur ſogleich. **Lavoiſier** fand zuerſt, daß die Säure, welche ſich mit dem Waſſer verbindet, im Gewichte mehr beträgt, als der Schwefel, woraus ſie entſtand. Wird der Apparat mit Queckſilber geſperrt, welches die Säure nicht verſchluckt, ſo bleibt dieſe als ein ſchwefelſaures Gas (m. ſ. **Gas, vitriolſaures**) mit der Luft verbunden, mithin iſt die Verminderung des Luftvolumens nicht ſo anſehnlich, als beym Sperren mit Waſſer; auch erſtickt die Flamme eher, und die Verbrennung des Schwefels geſchieht noch unvollkommener. Nachher haben die Verſuche noch gelehret, daß der Schwefel ohne Beytritt des Sauerſtoffgas niemahls brennt, und daß der in Schwefelſäure verwandelte Schwefel eben ſo viel am Gewicht zunimmt, als das Sauerſtoffgas am Gewichte abgenommen hat. Nach **Bertholet** *) erhalten 69 Theile Schwefel beym Verbrennen eine Gewichtszunahme von 31 Theilen, und bilden damit 100 Theile waſſerfreye Schwefelſäure; indeſſen iſt dieſe Beſtimmung noch nicht ganz genau genug.

Dieſen Verſuchen zu Folge behaupten die Phlogiſtiker, daß der Schwefel aus der Schwefelſäure und dem Brennſtoffe zuſammengeſetzet, die Antiphlogiſtiker hingegen, daß er eine einfache Subſtanz ſey, und die Schwefelſäure erſt durch Verbindung mit dem Sauerſtoffe entſtehe. Die Phlogiſtiker nahmen anfänglich an, daß das Phlogiſton in dem Schwefel ſich mit der Säure geſättiget habe, daher auch jener ſich nicht mehr als Säure zeigen könne; beym Verbrennen des Schwefels hingegen werde das Phlogiſton im Schwefel frey, verbinde ſich zum Theil mit der Luft, woher die phlogiſtiſirte Luft; mithin zeige ſich nun Schwefelſäure, welche theils phlogiſtiſirte theils dephlogiſtiſirte Schwefelſäure ſey, nach-

*) Ueber die Schwefelſäure in Crells chemiſch. Annalen. 1789. B. I. S. 330 f. deſſelben Fortſetzung der Verſuche über die Schwefelſäure. Ebendaſ. 1790. B. I. S. 457 f.

nachdem der Schwefel zum Theil oder ganz vom Phlogiſton befreyet ſey. Seitdem aber die Thatſachen von der Zunahme des Schwefels beym Verbrennen im Sauerſtoffgas, und die Verminderung des Luftvolumens von den Phlogiſtikern nicht geläugnet werden konnten, ſo änderten ſie den Begriff des Phlogiſtons auf unterſchiedene Weiſe ab, um ſie mit ihrem Syſteme zu vereinigen. M. ſ. Brennſtoff. Zuletzt mußten ſie zugeſtehen, daß wirklich beym Verbrennen etwas Wägbares aus der Luft an die Säure trete, und daß die Meinung von der Phlogiſtikation der Luft durch die Aufnahme des Phlogiſtons ungegründet ſey. Ob nun aber dieſes Wägbare, welches aus der Luft zur Säure kommt, wirklich das ſäuremachende Princip ſey, haben verſchiedene geläugnet. Denn es ſey gar wohl möglich, daß die Säure ſchon im Schwefel vorhanden ſey, ſo könne vielleicht nur durch etwas Unwägbares gebunden werden, welches beym Verbrennen durch die Gefäße dringe, oder ſich mit dem Apparate verbinde. Auf ähnliche Art ſuchte noch im Jahre 1794 Herr Gren die Bildung der Schwefelſäure beym Verbrennen des Schwefels zu erklären; er behauptete nämlich, der Schwefel ſey aus einer eigenen ſauren Grundlage und dem Brennſtoffe zuſammengeſetzet, ſo wie die Lebensluft aus einer eigenen Baſis und dem Wärmeſtoffe. Bey der Verbrennung des Schwefels verbinde ſich der Brennſtoff deſſelben mit dem Wärmeſtoffe der Lebensluft zu Licht und Wärme, oder zum Feuer, und die Grundlage der Lebensluft gebe mit der ſauren Grundlage des Schwefels vollkommene und unvollkommene Schwefelſäure, je nachdem der Schwefel mehr oder weniger Brennſtoff verliere. Nach dieſer Zeit aber hat Herr Gren mit den Antiphlogiſtikern den Schwefel als eine einfache Subſtanz betrachtet, und den Grund von der Bildung der Schwefelſäure in dem Sauerſtoffe geſucht.

Herr Kirwan verſuchte ehedem eine andere Erklärung, welche von der gewöhnlichen Stahliſchen ganz abgeht. Er behauptete nämlich, das in dem Schwefel enthaltene Phlogiſton (oder nach ſeiner Hypotheſe brennbare Luft) trenne ſich

während des Verbrennens des Schwefels nicht, ſondern vereinige ſich mit dem Sauerſtoffe, und daher komme die Gewichtszunahme. Seiner Meinung zu Folge beſteht Schwefelſäure aus Schwefel und aus fixer Luft. Dieſes ſuchte er aus folgenden Verſuchen darzuthun. Wenn man rothen Queckſilberpräcipitat mit Schwefel miſcht, und die Miſchung bey einer gelinden Hitze deſtilliret, ſo verwandelt ſich der Schwefel in Schwefelſäure, und es findet beynahe kein Verbrennen Statt. Folglich enthalte der Queckſilberkalk keinen Sauerſtoff, ſondern fixe Luft, welche das Verbrennen verhindere; und es beſtehe dem zu Folge die Schwefelſäure, welche in dieſem Verſuche entſtehet, aus Schwefel und fixer Luft.

Allein die Antiphlogiſtiker erklären dieſen Verſuch ganz anders. Sie behaupten nämlich, der Queckſilberkalk enthalte Sauerſtoff, welcher mit wenig oder gar keinem Wärmeſtoffe verbunden iſt; mithin werde auch, bey ſeiner Verbindung mit dem Schwefel, wenig oder kein Wärmeſtoff frey werden können, und es werde alſo weder Licht noch Wärme entſtehen, und kein Verbrennen Statt finden. Daß ſich aber in Herrn Kirwan's Verſuche eine geringe Menge fixer Luft entwickelt habe, rühre daher, weil der rothe Präcipitat an der atmoſphäriſchen Luft gelegen habe, aus welcher er dergleichen, wie bekannt, einſauge. Daß beym Verbrennen des Schwefels allein keine fixe Luft entwickelt werde, hat Herr Gren *) erwieſen.

Ferner führet Herr Kirwan für ſeine Meinung noch folgenden Verſuch des Dr. Prieſtley an. Dieſer brachte Eiſen in Berührung mit ſchwefelſaurem Gas. Das Gas nahm ſchnell ab, die Seiten des Gefäßes wurden mit einer ſchwarzen rußartigen Materie überzogen, und das Eiſen wurde brüchig. Von ſieben Unzen Gas blieben zuletzt 0,300 Unzen übrig, und dieſe beſtanden aus zwey Drittheil fixer Luft, und aus einem Drittheil brennbarer Luft. Hier iſt nach Herrn Kirwan's Meinung offenbar, daß das Schwe-

felſaure

*) Diſſ. de geneſi aëris fixi et phlogiſticati. Halae 1786. p. 52–54.

ſelſaure ſich mit dem Phlogiſton, oder der brennbaren Luft, des Eiſens verbunden und in Schwefel verwandelt habe, während die mit dem Schwefelſauren verbundene fixe Luft frey geworden iſt. Es enthalte daher das Eiſen Phlogiſton, und die Schwefelſäure beſtehe aus Schwefel und fixer Luft.

Hierauf antworten die Antiphlogiſtiker, dieſer Verſuch des Herrn **Prieſtley** gelinge nur alsdann, wenn das ſchwefelſaure Gas etwas Waſſer aufgelöſet enthalte, oder wenn das Eiſen feucht ſey. Durch die Zerlegung des Waſſers ſey die geringe Menge von brennbarer Luft entſtanden, welche nur $\frac{1}{10}$ Unze betrage. Die fixe Luft ſey entſtanden, indem ſich der andere Beſtandtheil des zerlegten Waſſers, der Sauerſtoff, mit der Kohle verbunden habe, von welcher das Eiſen, wie bekannt, nie frey ſey. Wenn man aber dieſen Verſuch behutſam wiederhohle, ſo erhalte man weder brennbare noch fixe Luft, ſondern das ſchwefelſaure Gas werde von dem Eiſen in ſeine Beſtandtheile zerleget. Das Eiſen ſäure ſich, und der Schwefel verbinde ſich mit der Halbſäure, ſo daß alles Gas verſchwinde, Wärmeſtoff ſich entwickele, und man erhalte eine ſchwarze, brüchige, geſchwefelte Eiſenhalbſäure. Hierbey bemerket Herr **Gehler** *), daß dieſe Erklärung der Antiphlogiſtiker den Fehler der Inconſequenz an ſich trage. Denn die Kohle, wenn ſie im Eiſen iſt, ſey ja auch im trockenen Eiſen da; warum ſollte nun aus dieſem der Sauerſtoff, welcher es angreiſe und ſäure, nicht eben ſo wohl, als aus dem feuchten, fixe Luft entwickeln? Wenn ſie conſequent hätten ſeyn wollen, ſo hätten ſie ſagen müſſen, trockenes Eiſen gebe nur fixe Luft allein, feuchtes fixe und brennbare. Ob aber auch dieß die Verſuche beſtätigten?

Indeſſen hat Herr **Kirwan** nachher dieſe ſeine Hypotheſe freywillig wieder aufgegeben.

Nach den neueſten Beſtimmungen iſt der Schwefel eines verſchiedenen Grades der Säurung fähig. In der Schwefelſäure iſt er mit Sauerſtoff geſättiget oder faſt geſättiget, und ſie wird daher als vollkommene Säure betrachtet; bey einem

*) Phyſikaliſches Wörterbuch, Th. V. S. 829.

einem mindern Gehalte an Sauerſtoff liefert der Schwefel eine Säure von anderer Natur und andern Eigenſchaften, die als unvollkommene Schwefelſäure anzuſehen iſt. M. ſ. **Schwefelſäure, flüchtige.**

Waſſer und Schwefel haben keine wechſelſeitige Wirkung auf einander, und es ſcheinet nicht, daß der Schwefel für ſich, auch in höhern Temperaturen, das Waſſer zerlegen könne. Es iſt alſo der Sauerſtoff dem Waſſerſtoffe näher verwandt als dem Schwefel. Auch Stickſtoff und Kohlenſtoff haben keine bemerkbare Verwandtſchaft zum Schwefel, der Waſſerſtoff kann aber damit Vereinigung eingehen. Ein vorzügliches Auflöſungsmittel für den Schwefel ſind die Alkalien ſo wohl auf naſſem als auf trockenem Wege Wenn man gleiche Theile ätzendes Gewächsalkali oder Mineralalkali und Schwefel in einem bedeckten Tiegel bey mäßigem Feuer ſchmelzt, ſo erhält man ein Gemiſch, das nach dem Erkalten eine leberbraune Farbe hat, und, ſo lange es trocken bleibet, geruchlos iſt, beym Anfeuchten aber ſogleich einen Geruch wie nach faulen Eyern entwickelt, an der Luft zerfließt, und ſich völlig im Waſſer mit goldgelber Farbe auflöſet. Dieſe Verbindung heißt gewöhnlich **Schwefelleber** (hepar ſulphuris). In der methodiſch n Nomenklatur wird ſie **geſchwefeltes Laugenſalz** (Girtanner), **ſulphuriſirtes Alkali** (Hermbſtädt) oder **Schwefelalkali** (Gren) (alcali ſulphuratum, ſulfure d'alcali) genennt. Auch erhält man dieſe Verbindung, wenn man gepulverten Schwefel in einer Lauge des ätzenden feuerbeſtändigen Alkali's kocht.

Löſet man Schwefelleber in Waſſer auf, und ſchüttet zu dieſer Auflöſung eine Säure, ſo wird wegen der nähern Verwandtſchaft des Alkali zur Säure der Schwefel geſchieden, und zwar in Geſtalt eines zarten weißen Pulvers, welches man **Schwefelmilch** (lac ſulphuris, magiſterium ſulphuris) nennt. Beym Zuſatz der Säure wird der üble Geruch, welchen die Auflöſung ſchon hat, noch viel unerträglicher und ſtärker. Wendet man trockene Schwefelleber an, ſo entſtehet ein Aufbrauſen, welches bey der Vermiſchung

der Säure mit der wäſſerigen Auflöſung der reinen Schwefelleber in der Kälte nicht wahrzunehmen iſt. Jener Geruch rührt von der Entwickelung und Verbreitung eines eigenen Gas her. M. ſ. **Gas, hepatiſches.**

An der freyen Luft wird die im Waſſer aufgelöſete Schwefelleber gänzlich zerſetzt; es wird die vorher klare Auflöſung trübe, der Schwefel ſchlägt ſich nieder, und die übrige Lauge enthält endlich noch bloß ſchwefelſaures Alkali mit mehr oder weniger kohlenſaurem verbunden. Auch die trockene Schwefelleber verwittert an der Luft, und verlieret alle ihre eigenthümlichen Eigenſchaften, ſo daß endlich bloß ſchwefelſaures Alkali mit mehr oder weniger kohlenſaurem, und Schwefel vermengt, übrig bleibt. Alle dieſe Veränderungen erfolgen an der Schwefelleber weit ſchneller, wenn man ſie in einer Schaale unter einer mit Lebensluſt gefüllten und mit Waſſer geſperrten Glasglocke ſtehen läßt, wobey zugleich nach und nach das Sauerſtoffgas verſchwindet. Wegen dieſer Wirkung der Schwefelleber auf das Sauerſtoffgas bediente ſich **Scheele** derſelben als ein eudiometriſches Mittel. M. ſ. **Eudiometer** (Th. II. S. 287.). Der Grund dieſer wechſelſeitigen Einwirkung der Schwefelleber und des Sauerſtoffgas läßt ſich darin ſuchen, daß der Schwefel eine ſtarke Verwandtſchaft zum Sauerſtoffe und auch zum Waſſerſtoffe hat, und daraus iſt es leicht zu begreifen, warum die Schwefelleber mit der Zeit zum ſchwefelſauren Alkali werden kann. Ein anderer Grund von der Zerſtörung der Schwefelleber in der atmoſphäriſchen Luft liegt in der Kohlenſäure derſelben, welche nach und nach vom Alkali angezogen wird, und es kohlenſauer macht, wodurch es nun unfähig wird, den Schwefel aufgelöſet zu erhalten, der ſich alſo niederſchlagen muß.

Wird trockene Schwefelleber bey einem ſchwachen Feuer unter beſtändigem Umrühren geröſtet, ſo bleibet endlich ein weißgraues Pulver übrig, das theils freyes Alkali, theils ſchwefelſaures Alkali enthält. Bey dieſem Röſten verfliegt theils Schwefel in Subſtanz, theils wird er durch Aufnahme vom Sauerſtoff aus der atmoſphäriſchen Luft zur Schwefelſäure.

Die Schwefelleber iſt ein kräftiges Auflöſungsmittel der Metalle, wenn man ſie zu dem fließenden Metalle trägt, und nach der Verbindung ſogleich vom Feuer nimmt. Alle Metalle, außer dem Zink, werden auf ſolche Art aufgelöſet, und die daher entſtandene Verbindung iſt ſelbſt im Waſſer auflösbar.

Auch mit dem Ammoniak verbindet ſich der Schwefel zum geſchwefelten Ammoniak, Schwefelammoniak (ammoniacum ſulphuratum, ſulfure d'ammoniaque). Sonſt wurde auch dieſe Verbindung flüchtige Schwefelleber (hepar ſulphuris volatile), Boyle's rauchende Flüſſigkeit (liquor fumans Boylei), Hoffmanns flüchtige Schwefeltinktur (tinctura ſulphuris Hoffmanni) genennt. Man gewinnt dieß durch eine Deſtillation aus Schwefel, ungelöſchtem Kalk und Salmiak.

Mit den Erden verbindet ſich der Schwefel ebenfalls zu eigenen Subſtanzen. So gibt die Verbindung der Kalkerde mit dem Schwefel im trockenen Zuſtande Cantons Phosphor u. ſ. f. M. ſ. Phosphoren.

Der Schwefel geht mit allen Metallen im Fluſſe eine Verbindung ein, und löſet ſie auf, ausgenommen Gold, Platina und Zink. Die Gemiſche, welche daraus entſpringen, ſind verſchieden, nicht bloß nach der Verſchiedenheit der Metalle ſelbſt, ſondern auch bey ein und eben demſelben Metalle, je nachdem es reguliniſch, oder als unvollkommener Kalk mit dem Schwefel vereinjget wird. Dergleichen Verbindungen liefert die Natur häufig als Erze. Die Metalle befreyet man vom Schwefel entweder durchs Röſten, oder durch Säuren, welche den Schwefel nicht angreifen, oder durch andere mit dem Schwefel näher verwandte Metalle.

Von den Oelen und Fettigkeiten wird der Schwefel mit Hülfe der Wärme vollkommen aufgelöſet. Hierdurch entſtehen die ſo genannten Schwefelbalſame, welche eine bräunliche Farbe, einen ſtarken Schwefelgeruch, und einen ſcharfen unangenehmen Geruch haben. Iſt das Oel in der Hitze ganz mit Schwefel geſättiget, ſo iſt das Gemiſch in

der

der Kälte zähe und feſt. In der Hitze entwickelt der Schwefelbalſam ſchwefelhaltiges Waſſerſtoffgas, das auch noch Kohlenſtoff enthält. Er ſelbſt iſt als eine Verbindung dreyer einfacher, entzündlicher Subſtanzen, des Schwefels, des Waſſerſtoffs und des Kohlenſtoffs anzuſehen, welche in dieſer Vereinigung den Sauerſtoff ſtärker anziehen, als einzeln. Daher werden ſchon die Oele während der Verfertigung des Schwefelbalſams ranzigt. Die in der Hitze geſättigte Auflöſung der ätheriſchen Oele mit Schwefel läßt in der Kälte einen Theil Schwefel in durſcheinend Kryſtallen fallen, welche **Schwefelrubine** heißen.

Der Nutzen des Schwefels erſtreckt ſich ſehr weit. In der Chemie wird er zur Schmelzung, Niederſchlagung, Scheidung und Reinigung verſchiedener Metalle und Mineralien, ſo wie zur Bereitung der Schwefelſäure, und die Schwefellebern beſonders zur Auflöſung der Metalle gebrauchet. In der Heilkunde wird er bey vielen Krankheiten ſehr nützlich angewendet, und in einigen mineraliſchen Wäſſern, welche theils zum Trinken, theils zum Baden verordnet werden, iſt er als ein vorzüglich mitwirkendes Heilmittel zu betrachten. Auch läßt ſich durch ihn die durch faule Anſteckungsgifte verdorbene Luft verbeſſern. In den Künſten wird er vielfältig zum Abſchwefeln oder Weißmachen der Seide, Wolle und vieler andern Materien, welche dem Dampfe deſſelben ausgeſetzet werden, zur Zuſammenſetzung einiger Kitte, zu Abdrücken von geſchnittenen Steinen u. ſ. f. gebrauchet. In der Haushaltung iſt der Gebrauch des Schwefels bekannt genug, und in der Phyſik kann er als idioelektriſcher Körper zum Iſoliren oder zur Erregung der urſprünglichen Elektricität mit Nutzen gebrauchet werden.

M. ſ. Gren Grundriß der Chemie. Th. I. Halle, 1796. 8. §. 383 f. Deſſen Grundriß der Naturlehre. Halle, 1797. 8. § 962 u. f. Girtanner Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin, 1795. 8. S. 71. 102 f. 417 f.

Schwefelgas, Schwefelluft ſ. **Gas, hepatiſches.**

Schwefelleber ſ. **Schwefel.**

Schwefelleberluft ſ. Gas, hepatiſches.

Schwefelmilch ſ. Schwefel.

Schwefelſäure, Vitriolſäure, vollkommene Schwefelſäure (acidum ſulphuricum, acidum vitrioli, vitriolicum, acide ſulfurique, acide vitriolique) iſt eine eigene mineraliſche Säure, welche theils aus dem Schwefel, theils auch aus dem Vitriol gewonnen wird. In England bereitet man ſie im Großen, und bedienet ſich dazu großer bleyerner Gehäuſe, in deren verſchloſſenem Raume der Schwefel verbrennt. Weil aber hierbey der Schwefel ſehr bald wieder verlöſchen und nicht lebhaft genug brennen würde, ſo verſetzt man ihn mit etwas Salpeter, etwa mit dem achten Theile; ſo wohl das Waſſer, welches ſich auf dem Boden des Gefäßes befindet, als auch hinzugelaſſene Waſſerdämpfe ſaugen die gebildete Schwefelſäure ein. Man ſammelt dieſe verdünnte Schwefelſäure, und concentrirt ſie durch Abrauchen in gläſernen Gefäßen. Die ſo concentrirte Schwefelſäure wird im Handel Vitriolöl (oleum vitrioli) genennt. Von dieſem engliſchen Vitriolöl iſt das ſächſiſche oder Nordhäuſer Vitriolöl verſchieden, welches man durch Deſtillation aus dem Vitriole gewinnt. Alle concentrirte Schwefelſäure, welche ſonſt im Handel vorkam, wurde auf dieſe letzte Art bereitet, und daher iſt es gekommen, daß man die Schwefelſäure überhaupt auch Vitriolſäure nennt. Becher und Stahl betrachteten ſie als die reinſte und einfachſte aller Säuren und aller ſalzartigen Subſtanzen.

Das Vitriolöl iſt eine ſehr ſtarke Säure; es brennt und äzt in die Haut ein. Im reinen Zuſtande iſt es farbenlos und geruchlos; es wird aber durch leicht verbrennliche Dinge des Thier- und Pflanzenreichs mehr oder weniger braun, und ſchweflicht riechend, wie das verkäufliche gewöhnlich iſt. Sein ſpecifiſches Gewicht geht von 1,800 bis 2,000. Zum Sieden erfordert es eine beträchtlich ſtarke Hitze. Eben dieſerwegen läßt ſich ſchwächeres Vitriolöl durch Abdampfen des Wäſſerigen ſtärker machen. Indeſſen enthält auch das ſtärkſte Vitriolöl immer noch Waſſer.

Das ſächſiſche Vitriolöl ſtößt an der Luft weißgraue Dämpfe aus, welches das engliſche nicht thut. Schüttet man erſteres in eine gläſerne Retorte, woran man eine recht trockene Vorlage angekittet hat, und erhitzt es gelinde im Sandbade, ſo geht ein ſtarker weißer Rauch in die Vorlage über, und concentrirt ſich hier am beſten in der Froſtkälte zu einer concreten glänzenden Subſtanz, welche ſich ſternförmig oder ſtrahlig anlegt, in warmer Luft ungemein ſtark raucht, ſich mit Waſſer ſtark erhitzt, und damit verdünnte Schwefelſäure bildet, auch an der Luft ſtarke Feuchtigkeit in ſich nimmt, und zur gewöhnlichen Schwefelſäure zerfließt. Das in der Retorte rückſtändige Vitriolöl hat nun ſeine Eigenſchaft zu rauchen verloren. Von dieſer flüchtigen Subſtanz hängt auch die Eigenſchaft des ſtarken ſächſiſchen Vitriolöls ab, ſchon bey mäßiger Kälte zu einer kryſtalliniſchen Maſſe zu erkalten. Durch Verdampfung des erſtern verliert das Vitriolöl dieſe Eigenſchaft, und reines, weißes Vitriolöl gefrieret erſt bey einer anſehnlichen Kälte. Jene flüchtige Subſtanz iſt nach neuern Erfahrungen die Verbindung von concentrirter Schwefelſäure mit der ſo genannten flüchtigen Schwefelſäure. M. ſ. **Schwefelſäure, flüchtige.**

Das Vitriolöl hat gegen das Waſſer einen großen Hang, und zieht auch an der Luft Feuchtigkeit an. Rauchendes Vitriolöl verliert dadurch nach und nach an der Luft ſeine Eigenſchaft zu rauchen und ſeine eisartige Beſchaffenheit. Mit dem Waſſer erhitzt ſich das Vitriolöl ſehr ſtark, und um es zu verdünnen, muß man es nur nach und nach ins Waſſer tröpfeln, nicht umgekehrt das Waſſer zum Vitriolöl gießen. In den Officinen heißt die verdünnte Schwefelſäure auch **Schwefelſpiritus** (ſpiritus vitrioli).

Das verkäufliche Vitriolöl iſt nicht als eine ganz reine Schwefelſäure anzuſehen. Man kann ihm zwar die braune Farbe durch Sieden in offenen Gefäßen nehmen, und es dadurch weißer machen; zur vollkommenen Reinigung reicht dieß aber nicht hin, ſondern man muß dazu das Vitriolöl noch überdem rektificiren. Am beſten geſchiehet dieſe Rektifikation

fikation in kleinen Portionen deſſelben, etwa zu einem hal-ben Pfunde, in kleinen gläſernen Retorten bey mäßiger und vorſichtig regierter Hitze und Vorlagen, die man ohne allen Kitt vorlegt.

Daß die Schwefelſäure aus Schwefel und Sauerſtoff zu-ſammengeſetzet ſey, ſuchen die Antiphlogiſtiker durch folgen-den Verſuch zu erweiſen: wenn man recht concentrirte Schwe-felſäure in einem verſchloſſenen Gefäße mit Waſſerſtoffgas in eine höhere Temperatur bringt, ſo wird ſie zerlegt. Ihr Sauerſtoff bildet mit dem Waſſerſtoff Waſſer, und der Schwe-fel fällt zu Boden. Auch kann ſie in höhern Temperaturen durch Deſtillation über Queckſilber und Eiſen zerleget werden.

Die Schwefelſäure gehöret zu den kräftigſten chemiſchen Auflöſungsmitteln. Mit den Alkalien und Erden liefert ſie eigene Neutral- und Mittelſalze, welche in der methodiſchen Nomenklatur ſalia ſulphurica, ſulfates (ſchwefelge-ſäuerte Salze) (Girtanner), (ſchwefelſaure Salze) (Gren) genennt werden. Mit dem Gewächsalkali bildet ſie das **ſchwefelſaure Gewächsalkali** oder den ſo genannten **vitrioliſirten Weinſtein**, mit dem Mineralalkali das **ſchwefelſaure Mineralalkali** oder **Glauberſalz, Glau-bers Wunderſalz**, und mit dem Ammoniak das **ſchwe-felſaure Ammoniak** oder **Glaubers geheimer Sal-miak, vitrioliſcher Salmiak.**

Von den mittelſalzigen Verbindungen ſind vorzüglich folgende zu bemerken: mit der Kalkerde gibt ſie die **ſchwe-felſaure Kalkerde** oder den **Gyps, Selenit, vitriol-ſaure Kalkerde**, mit der Talkerde die **ſchwefelſaure Talkerde** oder das **Bitterſalz, Epſomſalz, engliſches Salz, vitriolſaure Bittererde**, mit der Thonerde die **ſchwefelſaure Thonerde** oder **den Alaun**, mit der Schwererde die **ſchwefelſaure Schwererde** oder den **Schwerſpath**. Die meiſten dieſer Mittelſalze ſind im Waſſer ſehr ſchwer auflöslich.

Die Schwefelſäure greift die reguliniſchen Metalle größ-tentheils nur mit Hülfe einer ſehr hohen Temperatur an,

das

das Gold, die Platina und das Wolframmetall aber gar nicht. Die Auflöſungen der Metalle in Schwefelſäure ſind jederzeit mit der Entwickelung eines Gas verbunden, welches beſonders im concentrirten Zuſtande der Säure Schwefelluft oder ſchweflichtſaures Gas, bey der verdünnten Schwefelſäure aber brennbares Gas oder Waſſerſtoffgas iſt. Beſonders iſt hier noch zu bemerken, daß einige Metalle in verdünnter Schwefelſäure weit leichter und ſchneller, als in concentrirter, aufgelöſet werden. Bey der Auflöſung der Metalle in verdünnter Schwefelſäure wird nicht die Säure durchs Metall zerſetzt, wie bey der in concentrirter Schwefelſäure, ſondern vielmehr das Waſſer, und die Zerſetzung des Waſſers geſchiehet hier weit ſchneller, da es durch Säure unterſtützet wird, als ſonſt durchs Metall allein. Das reguliniſche Metall entzieht nämlich dem Waſſer ſeinen Sauerſtoff, und wird dadurch verkalkt; der frey gewordene Waſſerſtoff des Waſſers tritt als Gas aus, und das verkalkte Metall löſet ſich in der Säure auf, wenn ſie vorher aus den Auflöſungen in andern Säuren durch Laugenſalze ſind niedergeſchlagen worden. Alle dieſe Verbindungen der verkalkten Metalle mit der Schwefelſäure geben metalliſche Salze, welchen man überhaupt den Nahmen **Vitriole** in der allgemeinen Bedeutung gegeben hat. M. ſ. **Vitriol**.

Durch Oele und alle öligte Subſtanzen wird die Schwefelſäure mit Erhitzung und ſtarkem Aufwallen zerſetzet, und in eine unvollkommene Schwefelſäure verwandelt. Man ſ. **Schwefelſäure, flüchtige**. Auch die Oele ändern ſich hierdurch in ihrer Miſchung, ſie werden Harze, feſt von Conſiſtenz, dunkel von Farbe und auflöslich im Alkohol.

Mit Alkohol zu gleichen Theilen vermiſcht gibt die concentrirte Schwefelſäure unter einem ſtarken Aufwallen, Geräuſch und Erhitzung **Hallers ſaures Elixir** (elixir acidum Halleri), oder **Rabels Waſſer** (aqua Rabelii) aus drey Theilen Alkohol und einem Theile Vitriolöl, aus welchem ſich durch eine Deſtillation der **verſüßte Vitriolſpiritus**, oder **Hofmanns ſchmerzſtillender Geiſt** (ſpiritus

vitrioli dulcis, liquor anodynus Hofmanni) gewinnen läßt, welchen man ſonſt auch durch eine Auflöſung des Vitrioläthers in 6 Theilen Weingeiſt erhalten kann.

M. ſ. Gren Grundriß der Chemie. Th. I. Halle, 1796. 8. §. 391 f. Girtanner Anfangsgr. der antiphlogiſt. Chemie. Berlin, 1795. 8. S. 102 f.

Schwefelſäure, flüchtige, flüchtige Vitriolſäure, phlogiſtiſirte Vitriolſäure, Schwefelſaures, unvollkommene Schwefelſäure, ſchweflichte Säure (acidum ſulphuris volatile, acidum vitrioli volatile ſ. phlogiſticatum, acidum ſulphuroſum, acide ſulfureux volatil, acide ſulfureux) iſt als eine unvollkommene Schwefelſäure zu betrachten. Nach dem phlogiſtiſchen Syſteme wurde ſie als eine Verbindung mit Phlogiſton und Schwefelſäure angeſehen. Das neuere Syſtem hingegen ſieht ſie richtiger als eine Säure an, deren Baſis noch nicht mit dem Sauerſtoffe geſättiget iſt.

Dieſe Säure gewinnt man beym ſchwachen Verbrennen des Schwefels, wobey er mit einer blauen Flamme verbrennt. Sie iſt von Acidität weit ſchwächer, als die Schwefelſäure, und ſo flüchtig, daß ſie beym Ausſchluß der Feuchtigkeit ſogar in Glasform erſcheinet. Auch kann dieſe ſchweflichte Säure erhalten werden, wenn man zu der Schwefelſäure einen Körper ſetzt, welcher durch ſeine Verwandtſchaft zum Sauerſtoffe dem Schwefel einen Antheil davon entziehet. Bringt man etwas Baumöl mit Vitriolöl zuſammen, ſo erzeuget ſich ſogleich ſchweflichte Säure, und verbreitet ſich ein Geruch wie vom brennenden Schwefel. Eben dieß geſchiehet, wenn man eine glühende Kohle in Vitriolöl ablöſcht. In beyden Fällen entzieht nämlich der Kohlenſtoff der Schwefelſäure einen Antheil Sauerſtoff, wobey ſich ſodann zugleich kohlenſaures Gas entwickelt. Auch entſteht ſchweflichte Säure, wenn man Schwefelſäure über Silber, Spiesglanz, Bley, Queckſilber deſtilliret, indem ſich ein Theil Sauerſtoff mit dem Metalle verbindet, und die ſchweflichte Säure in Gasform in die Vorlage übergehet. M. ſ. Gas, vitriolſaures.

res. Durch Berührung des Waſſers verlieret ſie ihre Luftgeſtalt augenblicklich, wird von demſelben eingeſogen, und iſt nun als liquide ſchweflichte Säure zu betrachten. Sie beſitzet den ſchweflichten Geruch, und einen ſäuerlichen Geſchmack. Sie röthet zwar den Veilchenſyrup, zerſtöret aber doch endlich ſeine Farbe ganz. Die Tinktur der Roſenblätter und mehrere Pigmente verlieren dadurch ihre Farbe gänzlich. Hierauf gründet ſich auch das Schwefeln der Seide und Wolle, um ſie weiß zu machen.

An der Luft nimmt die ſchweflichte Säure nach und nach mehr Sauerſtoff aus der Lebensluft an, verliert ſo ihre eigenthümlichen Merkmahle, und wird zur vollkommenen Schwefelſäure. Ueberhaupt läßt ſich die ſchweflichte Säure auf zweyerley Weiſe in vollkommene Schwefelſäure verwandeln: 1) indem man ihr einen Theil ihrer Grundlage entziehet, und folglich das Verhältniß des Sauerſtoffes zu dem übrigen Theil der Grundlage vergrößert. Dieſes geſchiehet, wenn man die ſchweflichte Säure einer höhern Temperatur ausſetzet, da dann ein Theil des Schwefels abgeſetzet, und der übrige Theil mit dem Sauerſtoffe inniger verbunden wird; und 2) indem man der ſchweflichten Säure Sauerſtoff zuſetzet. Dieſes geſchiehet, wenn die ſchweflichte Säure unter eine Glocke mit Sauerſtoffgas gebracht wird; weil alsdann der Sauerſtoff eingeſogen, und die ſchweflichte Säure in Schwefelſäure verwandelt wird, wobey ſie am Gewichte zunimmt.

Das ſpeciſiſche Gewicht des mit der ſchweflichten Säure geſättigten Waſſers verhält ſich zum ſpeciſiſchen Gewichte des reinen Waſſers wie 1,040 : 1,000.

Die Neutral- und Mittelſalze, welche die ſchweflichte Säure mit den Alkalien und Erden bildet, unterſcheiden ſich von den ſchwefelſauren Salzen ſehr auffallend. Auch erhält man dergleichen, wenn man Tücher mit einer alkaliſchen Lauge tränkt, und über langſam und ſchwach brennenden Schwefel aufhängt, wobey ſich jedoch immer etwas Schwefelſäure mit bildet. Von dieſen ſchwefelſauren Salzen (ſalia

ſulfuroſa, ſulfites) hat man jedoch noch keine Anwendung in Künſten und Gewerken gemacht.

Die ſchweflichte Säure treibt die Kohlenſäure aus Alkalien und Erden; ſie ſelbſt aber wird durch die Schwefelſäure, ſo wie auch durch die meiſten andern Säuren daraus entbunden.

Concentrirte Schwefelſäure ſaugt das ſchwefelſaure Gas ein, und erlangt dadurch die Eigenſchaft, an der Luft einen weißen Rauch auszuſtoßen, und die eisartige Beſchaffenheit des Nordhäuſer Vitriolöls.

M. ſ. Gren Grundriß der Chemie. Th. I. Halle, 1796. §. 429 f. Girtanner Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin, 1795. 8. S. 102 f.

Schwer (graue, grave, peſant). Einen Körper nennt man im allgemeinen Sinne gegen einen andern **ſchwer**, wenn man in ihm ein Beſtreben wahrnimmt, ſich nach den andern hinzubewegen, ohne daß man eine äußere Urſache dieſes Beſtrebens bemerket. Ueberhaupt belehren uns Erfahrungen genug, mit Grunde anzunehmen, daß alle Materie gegen einander ſchwer iſt. Wenn ein Körper gegen mehrere andere, oder gegen eine andere beträchtlich große Maſſe, merklich ſchwer iſt, ſo hat er ein Beſtreben, ſich nach verſchiedenen Richtungen zugleich hin zu bewegen, und die Richtung, nach welcher er ſich wirklich beweget, iſt eine mittlere zwiſchen jenen, und es hat das Anſehen, als ob er nur nach einem einzigen Punkte hin getrieben würde. Man gebrauchet auch wohl alsdann den Ausdruck, **der Körper ſey gegen dieſen Punkt ſchwer**, obgleich der Grund nicht in dieſem Punkte, ſondern in der um ſelbigen verbreiteten Maſſe liegt, welche eben ſo viel wirkt, als wenn ſie in dieſem Punkte beyſammen wäre. In dieſem Sinne ſagt man, daß die Materien der Himmelskörper gegen einander ſchwer ſind.

In einem etwas eingeſchränktern Verſtande nennt man einen Körper **ſchwer**, wenn er ein Beſtreben zeiget, ſich nach unſerer Erde hin zu bewegen, oder gegen ſelbige zu fallen.

Dieſes

Dieſes Beſtreben findet man bey allen Theilen einer Maſſe an einerley Orte der Erdfläche gleich groß.

Auch nennt man einen Körper in Rückſicht ſeines abſo- luten Gewichtes **ſchwer**, wenn dieſes in Vergleichung mit andern groß iſt. In dieſer Bedeutung heißt eigentlich ſchwer ſo viel, als **viel wiegend**, und wird dem weniger wiegen- den oder leichtern entgegengeſetzet. M. ſ. **Leicht**. Es iſt daher dieſer Begriff bloß relativ, indem man nicht von einem abſolut ſchweren auch nicht von einem abſolut leichten in dieſem Sinne reden kann, ſondern man kann bloß ſagen, daß er ſchwerer oder leichter als ein anderer Körper ſey. Weil es hierbey bloß auf das Gewicht des Körpers ankömmt, ſo kann auch dieſer aus zwey Urſachen ſchwerer als ein ande- rer ſeyn, entweder indem ein jeder Theil von beyden Körpern ein verſchiedenes Beſtreben, gegen die Erde zu fallen, be- ſitzet, oder indem die Menge der Theile in beyden verſchieden iſt. So iſt ein und eben derſelbe Körper auf einem ſehr hohen Berge leichter, als unten am Fuße deſſelben, und ein Centner iſt an einerley Stelle der Erdfläche ſchwerer als ein Pfund.

Ein Körper iſt **ſpecifiſch** oder **eigenthümlich ſchwe- rer** (ſpecifice grauius), als ein anderer, wenn er bey einerley Raumesinhalte mehr, als der andere Körper wiegt. Daraus ſchließt man, daß jener mehr Materie als dieſer enthalte oder daß er dichter ſey. M. ſ. **Dichte**, **Schwere, ſpecifiſche**.

Schwere, allgemeine ſ. **Gravitation**.

Schwere der Erdkörper (grauitas, grauitas cor- porum terreſtrium, gravité des corps terreſtres ou ſublunaires, péſanteur). Mit dieſem Nahmen bezeich- net man die Erſcheinung, wobey alle Körper auf der Ober- fläche der Erde ein Beſtreben zeigen, in Richtungen herab- zufallen, welche mit der Horizontalfläche des Ortes oder mit der Oberfläche des ſtillſtehenden Waſſers rechte Winkel machen. Es iſt eine ganz allgemeine Erfahrung, daß Körper an allen Orten der Erdfläche von einer Höhe gegen die Erde frey

herab-

herabfallen, daß ſie Faden ausſpannen, an welchen ſie hangen, und daß ſie die Unterlagen, auf welchen ſie ruhen, drucken. Alle dieſe Richtungen aber, in welchen die Körper fallen, nach welchen ſie den Faden ſpannen, und nach welchen ſie die Unterlagen drucken, findet man beſtändig genau auf der Horizontalfläche des Ortes oder auf der ſtillſtehenden Waſſerfläche ſenkrecht. Selbſt an denjenigen Orten, wo große Berge auf die Richtung frey herabfallender oder herabhangender Körper Einfluß haben, iſt die Richtung ſtets gegen die Waſſerfläche ſenkrecht, weil die Gebirgsmaſſen den nämlichen Einfluß auf den Stand des Waſſers haben.

Wäre die Erde eine vollkommene Kugel von durchaus gleichförmiger Maſſe, ſo würden alle auf der Fläche ſenkrecht ſtehende Linien in ihrem Mittelpunkte zuſammenkommen, und die Körper gegen den Mittelpunkt der Erde ſchwer ſeyn. Auf einem Sphäroid aber werden dergleichen ſenkrechte Linien (fig. 58.), wie eg, df mit den Halbmeſſern der ſo genannten Krümmungskreiſe oder mit den Normallinien, welche durch die Mitte der Krümmungskreiſe gehen, zuſammenfallen. Für diejenigen Stellen allein, welche unter den Polen p und q und im Aequator a b liegen, gehen die Halbmeſſer der Krümmungskreiſe zugleich durch den Mittelpunkt c des Sphäroids ſelbſt; an dieſen Stellen ſind daher auch die Körper nur gegen den Mittelpunkt der Erde ſchwer, an allen übrigen Stellen aber ſind ſie gegen andere Punkte, welche in den Normallinien liegen, ſchwer. Es werden nämlich die Körper gegen alle Theile der ganzen Erdmaſſe zu ſollicitiren angetrieben, welche nach unendlich verſchiedenen Richtungen auf allen Seiten um die Normallinie herumliegen, und daraus entſteht eine mittlere Richtung nach der Normallinie ſelbſt. Es iſt daher die Bewegung der Körper, welche aus dem freyen Falle derſelben erfolget, keine einfache, ſondern eine unendlich zuſammengeſetzte Bewegung.

Die Schwere an einerley Orte der Erdfläche bleibt ſich immer gleich, es mag der Körper, welcher durch die Schwere gegen die Erde getrieben wird, aus viel oder wenig Materie beſte-

beſtehen, indem ein jeder Theil eines Körpers ein gleiches Beſtreben gegen die Erde herabzufallen mit dem ganzen Körper hat. Die Geſetze, welche ein jeder Theil eines Körpers, oder der ganze Körper ſelbſt beym Herabfallen befolget, ſind umſtändlich unter dem Artikel, **Fall der Körper**, angeführet worden. Uebrigens wirkt die Schwere ſtets und ununterbrochen auf die Körper, ſo daß auch dieſe vermöge der Schwere, wenn ſie unterſtützet ſind, wirkſam ſeyn müſſen; ſie üben nämlich einen Druck auf die Unterlage aus, und ſinken auch wirklich gegen die Erde herab, wenn die Unterſtützung weggenommen wird. Hierbey iſt aber die Menge der Theile, woraus der Körper zuſammengeſetzet iſt, nicht mehr gleichgültig. Denn weil die Unterſtützung alle Theile des Körpers halten muß, ſo leidet ſie auch einen deſto größern Druck, je mehr Theile der Körper beſitzet, oder je größer ſeine Maſſe iſt. Die beſtimmte Größe dieſes Drucks nennt man das **Gewicht** des Körpers. M. ſ. **Gewicht**. Schwere und Gewicht müſſen alſo wohl von einander unterſchieden werden; denn die Schwere afficirt einen jeden Theil eines Körpers auf gleiche Art, und das Gewicht als Wirkung der Schwere iſt die Summe aller ſchweren Theile.

Weil alles das, was Bewegung hervorbringt, oder hemmt, Kraft genennt wird, ſo betrachtet man auch die Schwere als eine Kraft. Diejenige Kraft, welche in jedem einzelnen Theil einer Maſſe wirkt, nennt man eine **beſchleunigende**, und die in eine ganze Maſſe wirkt, **bewegende Kraft**. Es iſt daher die Schwere eine beſchleunigende, und Gewicht eine bewegende Kraft; man kann alſo das Gewicht als ein Produkt aus der Schwere in die Menge der Materie eines Körpers darſtellen. M. ſ. **Kraft, beſchleunigende, Kraft, bewegende.**

Die Bewegung, welche durch die beſchleunigende Kraft der Schwere bewirket wird, iſt eine gleichförmig **beſchleunigte**; denn die Schwere wirkt ſtetig auf den Körper, folglich wird auch der Zuwachs der Geſchwindigkeit des fallenden Körpers im gleichen Verhältniſſe mit der Zeit größer. Die

Größe

Größe der Schwere aber wird durch die Geſchwindigkeit beſtimmt, womit der frey fallende Körper in einer als Eins angenommenen Zeit, als z. B. in einer Sekunde, einen Weg zurückleget. Wenn man die Größe der Schwere in unſern Gegenden, wo ſie die Körper in einer Sekunde durch 15,625 Sekunden treibt, = 1 ſetzt, ſo laſſen ſich die Schweren an andern Orten der Erdfläche durch Zahlen ausdrücken. Es verhalten ſich nämlich dieſe, wie die Längen der Sekundenpendel an dieſen Orten. M. ſ. Pendel (Th. III. S. 821.). Nimmt man alſo, wie daſelbſt angeführet iſt, die Länge des Sekundenpendels unterm Aequator, in Paris und unterm Pole, 439,10 Linien, 440,57 Linien und 441,69 Linien, ſo ergibt die Schwere

unterm Aequator	= 0,99666 Linien
in Paris	= 1,00000 ——
unterm Pole	= 1,00254 ——

In den höhern Gegenden findet man die Schwere der Erdkörper geringer, als in den niedrigern. Dieß wurde von **Newton** zuerſt beſtätiget, indem er fand, daß ſie ſich bis zum Monde erſtrecke, und denſelben in einer Minute 15 bis 16 Fuß gegen die Erde treibe, da ſie bey uns die Körper in eben der Zeit durch 60. 60. 15 Fuß oder 3600 Mahl weiter treiben würde. Hieraus folgt alſo, daß die Schwere in einer Entfernung vom Mittelpunkte der Erde, welche 60 Erdhalbmeſſer beträgt, nur den 3600ſten Theil von der Schwere der Körper auf der Erdfläche ausmacht, und daß ſie folglich im umgekehrten Verhältniſſe des Quadrats der Entfernung vom Mittelpunkte der Erde abnimmt. Weil nun die Gravitation der Himmelskörper gegen einander überhaupt nach eben dieſem Geſetze ſich richtet, ſo hielt auch **Newton** die Schwere der Erdkörper als einen beſondern Fall von der allgemeinen Erſcheinung der Gravitation. M. ſ. **Gravitation**. Dieſes Geſetz iſt nachher ſelbſt auf der Erdfläche durch Verſuche mit dem Pendel völlig beſtätiget gefunden worden. Auf ſolchen Bergen nämlich, deren Höhen in Vergleichung mit dem Halbmeſſer der Erde nicht ganz

unbeträcht-

unbeträchtlich ſind, muß die Schwere, folglich auch die Länge des Pendels geringer, als unten am Fuße derſelben ſeyn. Wirklich fand auch **Bouguer** in einer Höhe von 1500 Toiſen die Länge des Sekundenpendels 438,82 Linien, in einer Höhe von 2400 Toiſen 438,69 Linien, da ſie am Ufer des Meeres 439,10 Linien war. M. ſ. **Pendel.**

Daß die Schwere an verſchiedenen Orten der Erdfläche verſchieden iſt, das rührt von zwey Urſachen her: ein Mahl wegen der abgeplatteten Geſtalt der Erde, welche macht, daß die Mittelpunkte der Anziehung, gegen welche die Theile der Oberfläche der Körper ſchwer ſind, von dieſen Theilen nicht gleich weit abſtehen. Nach **Newton** *) muß auf einem elliptiſchen Sphäroid, deſſen Axe zum Durchmeſſer im Verhältniſſe 100 : 101 ſich befindet, die Schwere am Ende der Axe zur Schwere am Ende des Diameters im Verhältniſſe 501 : 500 ſeyn. Hierbey muß aber vorausgeſetzet werden, daß die Erde ein ruhendes Sphäroid wäre. Die andere Urſache iſt die Schwungkraft, welche von der täglichen Umdrehung der Erde um ihre Axe herrühret. Dieſe wirket der Schwere entgegen, und iſt unter dem Aequator am größten, nimmt aber gegen die Pole zu ab, und verſchwindet ſelbſt in den Polen. Unter dem Aequator vermindert ſie die Schwere um ihren 289ſten Theil. M. ſ. **Schwungkraft.** Beyde Urſachen verbinden ſich ſo, daß immer eine mit auf die andere wirkt. Wenn nämlich die Erde flüſſig wäre, ſo gibt die Schwungkraft derſelben ihre Geſtalt. Denn durch den Schwung muß ſie ſich nothwendig ſo lange verändern, bis die flüſſigen Säulen (fig. 58.) pc und bc, welche ſich vom Pole p und vom Endpunkte des Aequators b bis zur Mitte c des Sphäroids erſtrecken, mit einander das Gleichgewicht halten. **Newtons** Berechnung hierüber iſt folgende: zuerſt betrachtet er die Erde als ein Sphäroid, in welchem ſich pc : bc = 100 : 101 verhält, und wo die Schwere, wenn es ruhete, in pc und bc = 501 : 500 ſeyn würde. Weil nun der Druck flüſſiger Materien

*) Princip. L. III. propoſ. 19.

rien nach dem Produkte der Schwere in die Menge der Materie oder in die Höhe der Säulen zu ſchätzen iſt, ſo würde hierbey der Druck der Säulen pc und bc, wie 501 ⨯ 100 : 500 ⨯ 101 d. i. 501 : 505 verhalten. Wenn alſo dieß Sphäroid durch den Schwung im Gleichgewichte erhalten werden ſollte, ſo müßte ſelbiger ſo groß ſeyn, daß er die Schwere der Maſſe in bc von 505 auch 501 herabbrächte, oder um $\frac{4}{505}$ verminderte. So ſtark iſt aber bey der Erde die Schwungkraft nicht; ſie vermindert nämlich die Schwere bey bc nur um $\frac{1}{289}$; daher kann auch bey ihr das Verhältniß pc : bc = 100 : 101 nicht Statt haben, oder die Abplattung nicht völlig $\frac{1}{100}$ betragen. Um aber die wirkliche Abplattung der Erde zu finden, ſchließt Newton nach der Regel Detri: eine um $\frac{4}{505}$ vermindernde Schwungkraft würde den Ueberſchuß von bc über pc = $\frac{1}{100}$ geben, wie groß wird der Ueberſchuß von einer um $\frac{1}{289}$ vermindernden Schwungkraft ſeyn? Man findet

$$\frac{4}{505} : \frac{1}{100} = \frac{1}{289} : \frac{1}{229}, \text{ d. h.}$$

der Ueberſchuß von bc über pc beträgt $\frac{1}{229}$; oder bc : pc = 230 : 229.

Nach Beſtimmungen des Herrn la Place würden die Meſſungen der Meridiangrade eine größere Abplattung als $\frac{1}{378}$ geben, und die Meſſungen des Pendels eine Abnahme der Schwere von den Polen nach dem Aequator anzeigen, welche kleiner als 0,00694, und nur 0,00555 gleich ſey; daher vereinigten ſich die Meſſungen der Grade und des Pendels, um zu zeigen, daß die Schwere nicht gegen einen einzigen Punkt gerichtet ſey; und dieß ſey folglich ein Erfahrungsbeweis für den Satz, daß die Schwere aus den Anziehungen aller Elemente der Erde zuſammengeſetzet ſey.

Wie ſich aber die Schwere eines ſolchen Ellipſoids an verſchiedenen Stellen der Erde verhalten müſſen, wenn es durch den Schwung ins Gleichgewicht und in Beharrungsſtand gekommen iſt, das lehret die Anwendung der Mathematik, womit ſich ſchon Newton beſchäftiget hatte, und welche nachher Maclaurin, Clairaut, Simpſon, Dalembert

lembert weiter fortgeſetzet, P. Friſi *) aber im Zuſammenhange vorgetragen hat. Hierbey iſt jedoch angenommen worden, daß die Erdmaſſe, wenigſtens in gleichen Abſtänden vom Mittelpunkte der Erde, gleiche Dichtigkeit beſitze. Merkwürdig iſt es übrigens, daß die beobachteten Veränderungen der Pendellängen an verſchiedenen Stellen der Erdfläche dem Geſetze des Quadrats des Coſinus der Breite ziemlich genau folgen, wovon aber die Veränderungen der Meridiangrade merklich abweichen. Herr la Place hat von dieſer Erſcheinung eine ſehr einfache Erklärung durch die allgemeine Theorie der Attraction der im Gleichgewichte befindlichen Sphäroiden gefunden; dieſe zeiget, daß die Stücke, welche in dem Werthe des Erdhalbmeſſers von dieſem Geſetze abweichen, in dem Ausdrucke der Schwere merklicher, und in dem Ausdrucke der Grade noch merklicher werden, wo ſie Werthe bekommen können, welche groß genug ſind, um die Erſcheinung hervorzubringen. Dieſe Theorie lehret ferner, daß die Grenzen der ganzen Zunahme der Schwere, welche am Aequator für die Einheit angenommen, die Produkte aus 2 und aus $\frac{5}{4}$ durch das Verhältniß der Schwungkraft zur Schwere ſeyen; die erſte dieſer Grenzen beziehe ſich auf den Fall, wo die Schichten im Mittelpunkte unendlich dicht wären, die zweyte aber auf die Gleichartigkeit der Erde. Daß die beobachtete Zunahme zwiſchen dieſe Grenzen fällt, zeigt an, daß die Dichtigkeit der Schichten des Erdſphäroids in eben dem Maße zunimmt, als ſie ſich dem Mittelpunkte nähern, was auch den Geſetzen der Hydroſtatik gemäß iſt. Es thut alſo dieſe Theorie den Beobachtungen ſo gut Genüge, als man es bey der Unwiſſenheit, worin wir uns in Anſehung der Beſchaffenheit des Innern der Erde befinden, nur verlangen kann. Dieſer Uebereinſtimmung zu Folge kann man bey Berechnung der Veränderungen der Schwere und der Parallaxe eine elliptiſche Geſtalt der Erdmeridiane annehmen,

*) De grauitate vniuerſali corporum libri III. Mediol. 1768. 4maj. L. II. cap. 2.

men, deren Abplattung dem Ueberſchuſſe des Bruchs $\frac{1}{1152}$ über die ganze Zunahme der Schwere vom Aequator bis zu den Polen gleich iſt.

Indeſſen bleibt es aber doch immer ſicherer, die Größen der Schwere durch bloße Verſuche mit dem Pendel zu beſtimmen, wovon bereits unter dem Artikel, Pendel, Unterricht iſt ertheilet worden.

Veränderungen der Schwere an ein und dem nämlichen Orte der Erdfläche ſind noch nie bemerket worden. Doch iſt es aber unläugbar, daß der Stand des Mondes und der Sonne auf die Schwere und das Gewicht der Körper Einfluß hat, wie die Bewegung des Weltmeeres beweiſet. M. ſ. Ebbe und Fluth. Allein dieſer Einfluß iſt bey den gewöhnlichen uns umgebenden Körpern ſo gering, daß er nur bey großen flüſſigen Maſſen wahrgenommen werden kann. Die Körper fallen daher an eben demſelben Orte noch eben ſo geſchwind, wie ſonſt, herab, und die Länge des Sekundenpendels iſt noch eben dieſelbe. Sonſt verurſachet die Schwere der Körper gegen die Erdfläche, daß kein Körper bey aller nur möglichen Bewegung von ſelbiger entfliehen kann, und daher mit dieſer in einer beſtändigen Verbindung bleiben muß. Eine negative ſchwere Materie würde, wenn ſie auf unſerer Erde entſtünde, ſogleich entfliehen, und ſich ganz vom Erdballe verlieren. Ob es eine ſolche gebe, iſt nicht nöthig, hier zu unterſuchen; wenigſtens nöthiget uns die Erfahrung nicht, eine ſolche anzunehmen. Auch die übrigen Weltkörper werden durch eine Schwere ihrer Theile gegen die übrige Maſſe zuſammengehalten, und zu Kugeln oder Sphäroiden geſtaltet. M. ſ. Gravitation.

Das Geſetz der Schwere, daß ſie nämlich im umgekehrten Verhältniſſe des Quadrats vom Mittelpunkte abnimmt, iſt das Geſetz aller Ausflüſſe, welche von einem Mittelpunkte ausgehen, dergleichen das Licht iſt; es ſcheinet ſogar, daß alle Kräfte, deren Wirkung ſich auf merkliche Entfernungen äußert, dieſem Geſetze folgen. Auch hat man in den neuern Zeiten gefunden, daß die elektriſchen und magnetiſchen Anziehun-

ziehungen und Abſtoßungen im Verhältniſſe des Quadrats der Entfernungen abnehmen.

Weil die Schwere der Erdkörper eine ſo wichtige Erſcheinung iſt, ſo hat es gar nicht fehlen können, an eine Urſache dieſes Phänomens zu denken. Man hat mehrere Hypotheſen darüber aufgeſtellet, aber noch keine einzige hat das Glück gehabt, die Urſache auf eine genugthuende Art dadurch zu zeigen. Bey den Alten findet man keine deutliche Spuren, auf welcher Urſache die Schwere beruhe. Ariſtoteles ſagte bloß, es gebe zweyerley Körper, ſchwere und leichte; jene beſäßen nämlich einen Trieb nach dem Mittelpunkte zu gehen, und dieſe einen, denſelben zu fliehen. Allein dieſe Aeußerungen ſind, ſelbſt als Phänomene betrachtet, nicht richtig. Plutarch *) führet in einigen Stellen an, daß man die Schwere der Körper nicht von einer geheimen Kraft des Mittelpunktes abgeleitet, ſondern vielmehr den um den Mittelpunkt verſammelten körperlichen Theilen, welche unter ſich eine gewiſſe Verwandtſchaft beſäßen, zugeſchrieben habe: at enim, ſagt er, ſi omne corpus graue eodem fertur, et ad centrum ſuum omnibus partibus vergit: terra non vt centrum vniuerſi potius, quam totum, ſibi omnia grauia vt ſuas partes vindicabit; argumento eſt, erit vergentium, quibus non medium mundi cauſa eſt ſuorum momentorum, ſed cognatio cum terra, a qua vi repulſa, rurſum ad eam ſe conferunt; ſicut enim ſol omnes partes, ex quibus conſtat, ad ſe convertit, et lapidem terra vt ſibi conuenientem accipit, et fert ad eum; itaque horum vnum quodque temporis progreſſu vnitur cum ea et coaleſcit etc. Auch war der Begriff von der allgemeinen Schwere den Alten nicht unbekannt. M. ſ. Gravitation. Die Scholaſtiker betrachteten des Ariſtotelis Angaben als eine Erklärung, und ſetzten die Schwere und Leichtigkeit mit zu den verborgenen Qualitäten; einige läugneten die Schwere gänzlich, und glaubten, daß die Körper nur darum herabfielen,

*) De facie, quae orbe lunae apparet.

und die Unterlage druckten, weil ſie nicht ſo leicht, als andere wären.

Den Gedanken, die Schwere auf eine mechaniſche Art zu erklären, ſcheint Kepler [α]) zuerſt gehabt zu haben. Er nimmt nämlich an, daß gewiſſe um den Mittelpunkt der Erde herum bewegte ſeine Ausflüſſe (ſpiritus, effluuia ſpirantia) die Körper ſenkrecht gegen die Erdfläche niedertrieben. Dieſe Ausflüſſe beſchreibet aber Kepler ſo dunkel und mit ſolchen dichteriſchen Ausdrücken, daß man faſt glauben ſollte, er hätte darunter Geiſter gemeinet. Auch haben ihn wirklich einige ſo verſtanden. So ſagt Saverien [β]), Kepler nehme Geiſter an, welche die Körper gegen den Mittelpunkt der Erde herabzögen, und wolle damit zugleich anzeigen, daß die Urſache der Schwere außer der Grenze unſeres Wiſſens läge. Allein Kepler hat hieran gewiß nicht gedacht; ſeine allzu große Einbildungskraft verleitete ihn bloß, beſonders bey verſuchten Erklärungen, zu dichteriſchen Ausdrücken. Indeſſen hat doch Keplers Gedanke, die Schwere der Körper durch Ausflüſſe aus der Erde zu erklären, mehrere angereißet, ähnliche Erklärungen zu verſuchen, welche viel Aufſehen gemacht haben.

Gaſſendi nahm gewiſſe Ausflüſſe einer Materie an, welche aus der Erde wie Strahlen hervorgingen, und die Körper nach ſelbiger hinzögen. Andere, wie z. B. Caſatus, behaupteten, die Körper beſäßen nur dieſerwegen eine Schwere, weil ſie ſich nicht an ihrem rechten Orte befänden. Nach dieſem hätten ſie ein Beſtreben hinzugehen, und wenn ſie ſelbigen einmahl erreichet hätten, ſo würde man an ihnen keine Schwere mehr gewahr werden.

In dem mechaniſchen Syſteme der Phyſik von Carteſius [γ]) begreift die Erklärung der Schwere einen beträchtlichen Theil. Er ſagt, die Kügelchen des erſten und zweyten Elementes haben ein Beſtreben, in geraden Linien fortzugehen;

α) Epitome aſtron. Copernic. Lentiis et Danub. 1618. 8. L. I. p. 95.
β) Diction. de mathem. et de phyſ. art. *péſanteur.*
γ) Princip. philoſ. L. IV. prop. 19. 20 ſeq.

gehen; die grobe Maſſe der Erde aber iſt ihnen ein Hinderniß dagegen, wodurch ſie gezwungen werden, ſich dahin zu bewegen, wo ihnen die Zwiſchenräume der groben Theile Wege offen laſſen; jedoch behalten ſie wenigſtens das Beſtreben, ſich dieſe Wege ſo geradlinicht und kurz als möglich zu machen. Dieß hat Statt, wenn die ganze Maſſe, die ſie daran hindert, kugelförmig iſt. Wenn nun ein Theil dieſer kugelförmigen Maſſe über der Oberfläche hervorraget, ſo ſtoßen die Kügelchen gegen ſelbigen mit größerer Gewalt, als gegen die übrige Oberfläche, und treiben ihn nieder; wenn hingegen ein Theil der Kugelfläche vertieft liegt, ſo ſtoßen die inwendig durchgehenden Kügelchen gegen ihn, und treiben ihn nach der Fläche zu. Dieß iſt der Grund von der Kugelgeſtalt der Erde und der Schwere gegen den Mittelpunkt, ſo wie auch die runde Geſtalt der Tropfen davon herrühret. Sollte in der Luft ein Körper von mehr grober Maſſe, als ein gleiches Volumen Luft ſchwimmen, ſo findet die feine Materie zum Durchgange weniger Wege in ihm, als ſie finden würde, wenn an ſeiner Stelle Luft wäre. Daher ſucht ſie ſich augenblicklich einen freyen Durchgang dadurch zu verſchaffen, daß ſie den gröbern Körper niedertreibt, und an deſſen Stelle Luft bringt. Mithin richtet ſich das Gewicht nicht nach der Maſſe des Körpers, ſondern vielmehr nach dem Unterſchiede zwiſchen den Mengen der Kügelchen des erſten und zweyten Elements und der gröbern Materie, welche ſich in dem Raume des ſchweren Körpers und in einem gleichen Volumen des ihn umgebenden Mittels aufhalten können. So beſitzet vielleicht das Gold nur 4 bis 5 Mahl mehr grobe Maſſe, als das Waſſer, ob es gleich 19 Mahl ſchwerer iſt, indem die Waſſertheile in einer beſtändigen Bewegung ſind, folglich mehr feine Materie durchlaſſen, und in Vergleichung mit den feſten Körpern eine größere Leichtigkeit haben.

So trägt Carteſius die Urſache der Schwere ſelbſt vor. Deutlicher ließe ſich dieſe ſeine Hypotheſe in Verbindung mit ſeinem ganzen Syſteme kurz ſo ausdrücken: um die Erde be-

weget ſich beſtändig eine ſehr feine flüſſige Materie mit einer ungemein großen Schnelligkeit im Wirbel herum, und reißt dadurch die übrigen Körper, weil ſie ſich nicht eben ſo geſchwind mit bewegen können, nach dem Mittelpunkte der Erde zu. Allein dieſer Hypotheſe ſtehen außer andern Gründen beſonders folgende beyden entgegen: 1) Hätte die feine Materie eine wirklich ſo ſchnelle Bewegung um die Erde, daß ſie die Körper mit der Gewalt niedertreiben könnte, ſo würde ſie die Körper nicht nach dem Mittelpunkte der Erde zu treiben, ſondern ſie vielmehr mit Heftigkeit fortreißen, und ihnen eben die Richtung in ihrer Bewegung geben, mithin ſelbige mit um die Erde herum nehmen; 2) Ein Wirbel, welcher ſich mit dem Aequator parallel beweget, kann die Körper nicht nach dem Mittelpunkte der Erde, ſondern vielmehr gegen die Axe derſelben zu treiben, und die Richtungen der Schwere würden nicht auf der Erdfläche, ſondern beſtändig auf der Axe der Erde ſenkrecht ſtehen.

Huygens *) ſuchet zwar die Carteſianiſche Theorie von der Urſache der Schwere dadurch zu verbeſſern, daß er annimmt, die feine ſchwermachende Materie bewege ſich nicht mit dem Aequator parallel, ſondern vielmehr in dem ſphäriſchen Raume, in welchem ſie enthalten ſey, nach allen möglichen Richtungen. Dadurch würden ſich dieſe Bewegungen ſelbſt hindern, und ſo lange verändern, bis die ätheriſche feine Materie ſolche Richtungen erhalten hätte, die beſtändig nach größten Kreiſen hingingen, welche ſich einander allerwärts ſchnitten. Durch dergleichen Bewegungen der flüſſigen Materie würde nun wohl bewirket werden können, daß die Körper nicht mit um die Erde getrieben würden, weil nach einer jeden Richtung der Trieb, welchen die Körper, ſich fort zu bewegen, erhielten, durch einen gerade entgegengeſetzten gleich großen vernichtet wird; auch würden die Körper nach dem Durchſchnitte aller Axen der größten Kreiſe auf der Kugel d. i. nach dem Mitttelpunkte der Erde hingetrieben. Allein eine ſolche Bewegung der ſchwermachenden Materie

*) Diſſ. de cauſa grauitatis, in ſeinen opp. reliq. Tom. I. p. 93 ſeq.

Materie iſt an ſich unmöglich, daher auch ſelbſt die eifrigſten Anhänger des Carteſius mit dieſer Vorſtellung der Theorie nicht zufrieden geweſen ſind.

Indeſſen erkläret Huygens aus der Annahme einer ſchwermachenden Materie glücklich, wie eine Kreisbewegung Körper, die ihr nicht ſchnell genug folgen, nach dem Mittelpunkte treibe. Es erhält nämlich die flüſſige Materie durch die Bewegung eine Schwungkraft, welche dem Quadrate ihrer Geſchwindigkeit proportional iſt; wenn ſie nun an einen Körper ſtößt, welcher ſich langſamer und mit geringerer Schwungkraft beweget, ſo muß dieſer jenem Stoße ausweichen, und die Theile der ſchneller bewegten Materie nehmen nach einander ſeine Stelle ein, bis ſie ihn ganz in den Mittelpunkt verdrängt haben. Dieſes wird durch folgenden Verſuch von Huygens beſtätiget. Ein cylindriſches Gefäß von 8 bis 10 Zoll Durchmeſſer und 4 bis 5 Zoll Höhe füllte er mit Waſſer, that kleine Stückchen Siegellack hinein, verſchloß es mit einem Deckel, und ſetzte es auf eine runde Scheibe, die er ſehr ſchnell dnrch eine Maſchine in Umlauf bringen konnte. Nachdem nun die umdrehende Bewegung eine Zeit lang gedauert hatte, und alle im Glaſe enthaltene Materie völlig in Umlauf verſetzet war, ſo ſiſtirte er augenblicklich die Bewegung. Das Waſſer, welches ſich noch eine Zeit lang fortbewegte, trieb das Siegellack, welches ſeine Bewegung verloren hatte, von allen Seiten her gegen den Mittelpunkt des Bodens zu. Hamberger *) hat dieſen Verſuch noch genauer unterſuchet. Weil nun die Schwere 289 Mahl größer iſt als die Schwungkraft, die aus der täglichen Umdrehung der Erde um ihre Axe im Aequator entſtehet, ſo ſchließt Huygens, daß ſich die Geſchwindigkeit des Umlaufs der ſchwermachenden Materie zur Geſchwindigkeit der täglichen Umdrehung der Erde, wie die Quadratwurzel aus 289 d. i. wie 17 zu 1 verhalten müſſe.

*) Diſſ. de experimento ab *Hugenio* pro cauſa grauitatis explicanda inuento. Jenae 1723. 4.

Andere Anhänger des Carteſius haben verſuchet, durch einige Abänderungen in dieſen Erklärungen die Carteſianiſche Hypotheſe, die Schwere durch den Stoß einer ſchwermachenden Materie zu erklären, auf alle mögliche Art mit Gründen zu unterſtützen. Allein es würde zu weitläuftig ſeyn, ſie alle anzuführen. So ſtellt ſich Bülfinger [α]) vor, die feine Materie drehe ſich nicht nur um zwey Axen zugleich, die ſich beyde unter rechten Winkeln ſchneiden, ſondern ſie bewege ſich auch überdem um jede dieſer Axen nach entgegengeſetzter Richtung. Daraus würden alſo vier beſondere Wirbel entſtehen, welche ſich durchkreuzen und gegen einander laufen, ohne ſich zu ſtören. Nach Jakob Bernoulli [β]) ſtemmen ſich die Säulen der feinen flüſſigen Materie vermöge ihrer Schwungkraft gegen die Materie im Himmelsraume, und treiben dadurch Körper, die eine geringere Schwungkraft haben, zurück. Varignon [γ]) meinet, die Schwere rühre vom ungleichen Drucke der ſchwermachenden Materie auf den Körper her, und glaubt, wenn ein Körper von der Erde ſo weit entfernet wäre, daß unter ihm und über ihn gleich hohe Säulen der flüſſigen Materie befindlich wären, ſo müſſe er ſtill ſtehen, und in noch größern Entfernungen würde der Körper ſogar von der Erde entfliehen, wenn die untere Säule höher werde. Villemot [δ]) leitet die Schwere auf eine ihm eigene Art von dem Drucke eines Centralfeuers, oder einer ſiedenden Materie im Mittelpunkte ab. Johann Bernoulli [ε]) bemühet ſich, die Wirbel mit dem Newtoniſchen Geſetze der Gravitation und den Kepleriſchen Regeln zu vereinigen, und nimmt daher an, in der Mitte der Erde ſowohl, als auch in der Mitte eines jeden andern Planeten befinde ſich eine Centralſonne, aus welcher die feinſte Materie

α) De cauſa grauitatis phyſica generali disq. experim. im recueil des piéces, qui ont remportés les prix. Tom. I. depuis 1720–1728. Paris. 4.

β) De grauitate aetheris. Amſtel. 1683. 8. p. 75.

γ) Conjectures ſur la peſenteur. 1691. 8.

δ) Nouvelle explication du mouvement des planètes.

ε) Nouvelle phyſique coeleſte in oeuvr. Tom. III. nr. 146.

ſie in geraden Strahlen ausſtröme, aber in kleinen Flocken, von 3, 4 und mehreren Kügelchen zuſammen, zurückkehre. Dieſe Flocken bilden einen Centralſtrom, und weil ſie wegen ihrer Größe durch die Körper nicht frey gehen können, ſo ſtoßen ſie gegen die kleinſten Theile derſelben an, und treiben dieſe gegen den Mittelpunkt, oder gegen die Centralſonne nieder.

Man ſieht hieraus, welche Mühe man ſich gegeben hat, Carteſius Hypotheſe von der Urſache der Schwere aufrecht zu erhalten. Allein alle dieſe, welche die Schwere aus dem Druck oder Stoß einer flüſſigen Materie ableiten wollen, haben überhaupt gegen ſich, daß eine ſolche Materie bloß angenommen, und durch keine Erfahrung beſtätigt iſt; daß durch die Annahme der ſchwermachenden Materie die eigentliche Urſache der Schwere nur weiter hinausgeſchoben wird, indem man noch immer zu fragen berechtiget iſt, wie die ſchwermachende Materie ihre Bewegung erhalten habe? ſo daß ſie den Körpern gleichmäßige Bewegung mittheilen könne; daß ein Stoß unmöglich in bewegte Körper eben ſo, wie in ruhende, wirken könne, welches doch die Schwere thut; und daß endlich das Gewicht der Körper ſich nicht nach der Oberfläche, ſondern nach der Maſſe richtet; daher müßte die ſchwermachende Materie die Körper durchdringen, und zugleich auf alle Theile deſſelben wirken und in Bewegung ſetzen können. Deſſen ungeachtet hat es ſelbſt Newton nicht für unmöglich gehalten, daß die Gravitation und Schwere durch Stoß oder Druck bewirket werden könne. Jedoch hat er ſich mit Unterſuchungen ſolcher Hypotheſen nicht weiter beſchäftiget, und mehr die Geſetze der Gravitation und der Schwere entwickelt. Newton konnte aber unmöglich dieſe Geſetze ſo vollkommen genau beſtimmen, wenn er nicht ſtillſchweigend vorausſetzte, daß der Materie als Materie Anziehung zukommt, welche die ganze Maſſe afficiret. Daher kam es auch, daß ſeine Anhänger die Schwere als eine weſentliche Eigenſchaft der Materie betrachteten, welche gar keine weitere Urſache habe. Weil aber damahls die Carteſianer in

dieſer Aeußerung der Newtonianer wieder verborgene Qualitäten, die Carteſius mit der geſammten ſcholaſtiſchen Philoſophie geſtürzet hatte, wieder zu finden glaubten, ſo wurde das Newtoniſche Syſtem um ſo mehr anfänglich verächtlich betrachtet, und das Carteſianiſche mit dem größten Eifer vertheidiget. Selbſt da man Newton's Sätze gar nicht mehr abläugnen konnte, ſuchte man die carteſianiſchen Wirbel auf ſeltſame Art damit zu vereinigen. Nachdem aber endlich Newton's Syſtem mit allgemeinem Beyfall aufgenommen wurde, ſo haben ſich auch die Hypotheſen über die Urſache der Schwere vermindert. Noch eine ſehr geheimnißvolle Erklärung gibt Cadwallader Colden *).

Die meiſten Vertheidiger von Newton's Syſteme haben jedoch die Aeußerung derer, welche die Anziehung als eine weſentliche Eigenſchaft der Materie betrachteten, und welche Newton ſelbſt nicht wagte, nicht geachtet, und beſtändig geglaubt, daß das Phänomen der Gravitation und der Schwere noch nicht einfach genug ſey, um ſie als die letzte Urſache anzuſehen, und die Möglichkeit einer weitern Urſache gänzlich aufzugeben. M. ſ. Gravitation.

Nachdem man nun eine geraume Zeit mit Beſtimmung und Entwickelung der Newtoniſchen Theorie ſich beſchäftigte, und ſeit dieſer Zeit wenig auf eine etwanige Urſache der Gravitation und der Schwere dachte, ſo hat doch in den neuern Zeiten Herr le Sage in Genf eine ganz neue Theorie zu entwerfen geſuchet, welche den ganzen Mechanismus der bekannten Naturgeſetze erklären ſoll, und welche ganz nach Carteſianiſchem Geſchmacke abgefaßt iſt. Herr de Lüc hat in ſeinen Werken ſchon einiges hiervon hier und da berühret, und viel Lobeserhebungen davon gemacht. Syſtematiſcher und zuſammenhängender iſt dieſe Theorie vom Hrn. Prevoſt zu

*) Erklärung der erſten wirkenden Urſache in der Materie und der Urſache der Schwere. Aus dem Engliſchen von Käſtner. Hamburg 1748. 8.

zu Genf [α]) vorgetragen worden, wovon das nöthigſte bereits unter dem Artikel, **Grundkräfte**, angeführet iſt. Was nun die Schwere der Erdkörper beſonders betrifft, ſo führet Herr le Sage an, die von Galiläi beſtimmten Geſetze fallender Körper folgten eben nicht nothwendig aus der Erfahrung, und die Verſuche würden eben ſo ausfallen, wenn die Fallräume in andern Verhältniſſen z. B. wie die Trigonalzahlen zunähmen; man dürfe alſo nicht ſchließen, daß die Schwere ſtetig und ununterbrochen wirke. Bey Gelegenheit dieſes Geſetzes ſagt Herr **de Lüc**, wenn dieß Geſetz auch um vieles (hier um 100 Zeitatomen) von dem längſt bekannten und erwieſenen Geſetze des Galiläi abweiche, ſo ſey doch dieſe Differenz ſo gering, daß es unmöglich werde, in der Beobachtung eines vom andern zu unterſcheiden. Herr **Käſtner** [β]) hat Herr le Sage Gedanken weiter zergliedert, und bemerkt, daß man bey der Lehre von der Schwere allerdings Stetigkeit, ſo wie dieſe die Erfahrung ganz unwiderleglich beweiſe, annehmen müſſe, und daß ohne dieſe Beſtimmungen alles, was man immer rechnen möchte, nicht Erklärung, ſondern willkührliche Erdichtung ſeyn würde.

Endlich hat Herr **Kant** [γ]) aus richtigen metaphyſiſchen Gründen erwieſen, daß Anziehung überhaupt eine weſentliche Eigenſchaft der Materie als Materie ſey, und die Schwere in einem bloßen Beſtreben beſtehe, nach der größern Gravitation ſich hin zu bewegen. Dieſen Gründen zu Folge iſt alſo die anziehende Kraft der Materie eine Grundkraft derſelben und weiter keiner Erörterung fähig, und die Schwere der Erdkörper liegt bloß in der anziehenden Kraft der Erde, welche die Körper gegen ſie hin beſchleuniget. Gewicht der Körper iſt folglich hiernach bloß die Wirkung der Schwere, die ſich natürlich nach der Maſſe richten muß. So weit uns die

α) Vom Urſprunge der magnetiſchen Kräfte. A. d. Franzöſ. überſ. von Bourguet.

β) Prüfung eines vom Herrn le Sage angegebenen Geſetzes fallender Körper, im deutſch. Muſeum, Jun. 1776. Auch in der Ueberſ. des de Lüc über die Atmoſphäre. B. II. S. 668.

γ) Metaphyſiſche Anfangsgründe der Naturlehre. Riga. 8.

die Erfahrung belehret, ſo iſt Anziehen und Zurückſtoßen die Triebfeder der ganzen belebten Natur; daher ſind wir auch berechtiget, beyde als den Grund aller Naturbegebenheiten zu betrachten.

Gegen dieſe Theorie des Herrn Kant hat man in den neueſten Zeiten verſchiedene Einwürfe gemacht. In Rückſicht der Anziehungskraft, welche zur Bildung der endlichen Materie nöthig iſt, erinnert Herr Schelling *), daß dieſer beſtimmte Grad der Anziehung, um die Repulſivkraft auf dieſen beſtimmten Raum einzuſchränken, verwendet werde; mithin werde ſie ſich an dieſer Repulſivkraft erſchöpfen, und nicht auf andere Materie außer ihrer Sphäre nach anziehende Kraft ausüben können, wie Kant behauptet habe. Er bemühet ſich daher zu beweiſen, daß die Anziehung aller Materie (ich meine die der Himmelskörper) gegen einander nur ſcheinbar ſey, und daß die letzte Urſache aller Bewegung in der Natur eine allgemeine Schwerkraft ſey. Dieſer ſeiner Theorie zu Folge nimmt er drey Grundkräfte, nämlich, anziehende, zurückſtoßende und Schwerkraft an. Es würde hier der Raum viel zu gering ſeyn, um ſeine Gründe einer nähern Prüfung zu unterwerfen, beſonders da er aus einem ganz andern Geſichtspunkte, als Kant gethan hat, ausgehet. Vielleicht werde ich an einem andern Orte mehr davon ſprechen können.

M. ſ. *Newtoni* philoſophiae naturalis principia mathem. ex edit. P. P. *Jacquier* et *le Sieur* lib. III. propoſ. 19. 20. *Pauli Friſi*, Barnabitae, de grauitate vniverſali corporum lib. III. Mediol. 1768. 4. Lib. II. cap. 2 et 4. *Ren. Descartes* principia philoſophiae. Amſtel. 1685. 4. Lib. IV. propoſ. 29 etc. *de Maupertuis* diſcours ſur les differentes figures des aſtres, in oeuv. Lyon 1768. 8. Tom. I. p. 104 ſeq. Wolf vernünftige Gedanken von den Wirkungen der Natur. Halle 1723. Cap. III. §. 82.

*) Erſter Entwurf eines Syſtems der Naturphiloſophie. Jena und Leipz. 1799. 8.

§. 82. Erxleben Anfangsgründe der Naturlehre durch Lichtenberg. §. 108 f.

Schwere, eigenthümliche, ſpecifiſche, eigenthümliches oder ſpecifiſches Gewicht (grauitas ſpecifica, pondus ſpecificum, péſenteur ſpecifique, poids relatif). Unter dem ſpecifiſchen Gewichte eines Körpers verſteht man das Gewicht deſſelben von einem beſtimmten Raumesinhalte im Verhältniſſe mit dem Gewichte eines andern Körpers von demſelben Inhalte. So iſt das Gewicht eines Cubikzolles Queckſilbers etwa 14 Mahl größer, als das eines Cubikzolles Waſſers, und eben jenes Gewicht in Vergleichung mit dieſem bey einerley Raumesinhalte nennt man das ſpecifiſche Gewicht. Ein Körper wird ſpecifiſch ſchwerer, als ein anderer, genennt, wenn er bey einerley Umfange mehr wiegt, mithin mehr Materie beſitzet, und ſpecifiſch leichter, wenn er bey eben demſelben Raumesinhalte weniger wiegt, als der andere.

Alle dieſe Begriffe ſind relativ. Es läßt ſich nicht angeben, wie groß das ſpecifiſche Gewicht eines Körpers für ſich iſt; man kann bloß beſtimmen, wie es ſich zum Gewichte eines andern Körpers von gleichem Raumesinhalte verhalte. Wählt man daher einen bekannten Körper von gleichförmiger Dichte, und ſetzt deſſen Gewicht bey einem beſtimmten Volumen = 1, ſo läßt ſich alsdann das ſpecifiſche Gewicht eines jeden andern Körpers von gleichförmiger Dichte durch eine Zahl ausdrucken, welche angibt, wie viel Mahl es größer oder kleiner ſey, als das zur Einheit angenommene Gewicht. Man hat zu dieſem Behufe das reine Waſſer dieſerwegen gewählet, weil es bey einerley Wärmegrade auch einerley Gewicht zeigt. Setzt man alſo dieſes = 1, ſo läßt ſich das ſpecifiſche Gewicht eines jeden andern Körpers durch eine Zahl ausdrücken; eigentlich iſt aber dieſe Zahl der Exponent des Verhältniſſes für das ſpecifiſche Gewicht eines jeden Körpers gegen das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers.

Um das Verhältniß der ſpecifiſchen Gewichte verſchiedener Körper von gleichförmiger Dichte zu beſtimmen, dienen folgende Sätze:

I. Wenn zwey Körper einerley Umfang beſitzen, ſo müſſen ſich ihre ſpecifiſchen Gewichte zu einander verhalten, wie ihre abſoluten Gewichte. Dieſer Satz folgt ſchon von ſelbſt aus der Natur der Sache. Setzt man alſo die Gewichte beyder Körper P und p, und ihre eigenthümlichen Gewichte G und g, ſo hat man $P : p = G : g$.

II. Beſitzen beyde Körper gleiche ſpecifiſche Gewichte, ſo verhalten ſich ihre abſoluten Gewichte, wie ihre geometriſchen Größen. Auch dieſer Satz iſt an und für ſich klar. Denn vermöge der Vorausſetzung muß ein Körper von dreymahl größerm Umfange auch ein dreymahl größeres Gewicht beſitzen, als der andere u. ſ. f. Bedeuten daher ihre geometriſchen Größen V, v, ſo hat man $P : p = V : v$.

Gedenket man ſich nun noch einen dritten Körper, deſſen geometriſche Größe V, das Gewicht π, und das ſpecifiſche Gewicht $= g$, ſo ergibt ſich

für den erſten und dritten Körper $G : g = P : \pi$
für den zweyten und dritten —— $V : v = \pi : p$
mithin für den erſten und zweyten $GV : gv = P : p$ und

$$G : g = \frac{P}{V} : \frac{p}{v} \text{ d. h.}$$

die ſpecifiſchen Gewichte zweyer Körper verhalten ſich wie die Quotienten ihrer abſoluten Gewichte durch ihre geometriſchen Größen dividiret.

Völlig eben ſo verhalten ſich auch die Dichtigkeiten der Körper, weil das Verhältniß ihrer Maſſen dem der abſoluten Gewichte gleich iſt. Es läßt ſich daher die Dichtigkeit eines Körpers und ſein ſpecifiſches Gewicht durch einerley Zahl ausdrücken. Die Zahl nämlich, welche das ſpecifiſche Gewicht anzeiget, gibt zugleich die Menge der in dem Raume eines Cubikzolles oder Cubikfußes enthaltenen Menge der

Mate-

Materie an, und ihre Dichtigkeit (vorausgeſetzt bey primitiver gleichförmiger Materie) verhält ſich wie dieſe Menge, mithin auch dieſe wie das Gewicht dieſer Menge.

Wenn zwey Körper von gleicher geometriſcher Größe an einer genauen Wage abgewogen werden, ſo findet man dadurch unmittelbar das Verhältniß ihrer ſpecifiſchen Gewichte (nach I.). Man ſieht wohl, daß, um dieſes Verhältniß mit der möglichſten Genauigkeit zu finden, es vorzüglich darauf ankommt, daß beyde Körper eine vollkommen gleiche geometriſche Größe beſitzen müſſen. Allein in der Ausübung fällt es oft ſchwer, dieſes genau in Erfüllung zu bringen; daher auch dieſes Mittel, die Verhältniſſe der ſpecifiſchen Gewichte verſchiedener Körper durchs Abwägen zu finden, keine zuverläſſigen Reſultate gewähren würde. Leichtere und genauere Methoden zeiget die Hydroſtatik. Dabey iſt aber vor allen Dingen vorauszuſetzen, daß die hydroſtatiſchen Beſtimmungen der ſpecifiſchen Gewichte der Körper bey einerley Temperatur der Atmoſphäre geſuchet werden müſſen. Denn bey verſchiedenen Temperaturen würden die Körper verſchiedentlich ausgedehnet werden, folglich würde auch der Bruch $\frac{P}{V}$ verſchiedentlich ausfallen, und das Verhältniß dieſer Quotienten d. h. das Verhältniß der ſpecifiſchen Gewichte verſchieden gefunden werden. Daher hätte eigentlich bey den Angaben der ſpecifiſchen Gewichte von verſchiedenen Schriftſtellern angezeiget werden ſollen, bey welchem Wärmegrade die Verſuche angeſtellet wären. Ueberdem iſt es auch nicht gleichgültig, jedes Waſſer hierzu zu wählen, wenn man, wie gewöhnlich, das ſpecifiſche Gewicht deſſelben = 1 annimmt. Am beſten bedienet man ſich zu dieſen Verſuchen des Regenwaſſers, welches, um recht genau zu gehen, deſtilliret ſeyn muß. Endlich hat man auch um der genauen Abwägung willen eine gute hydroſtatiſche Wage nöthig (m. ſ. Wage, hydroſtatiſche), und zur möglichſten Verminderung der Fehler die Abwägungen nicht mit allzu kleinen Maſſen

zu unternehmen, ſondern vielmehr größere von 8 bis 10 Unzen zu gebrauchen.

Um das ſpecifiſche Gewicht eines feſten Körpers, welcher vom Waſſer nicht aufgelöſet wird, und in ſelbigem unterſinkt, zu finden, wäget man ſelbigen in freyer Luft genau ab; hierauf verſenket man ihn an der hydroſtatiſchen Wage ins Waſſer, und unterſuchet, wie viel er von dieſem Gewichte verlieret; endlich dividiret man das ganze Gewicht des Körpers durch das im Waſſer verlorene, ſo gibt der Quotient das ſpecifiſche Gewicht des feſten Körpers in Vergleichung mit dem ſpecifiſchen Gewichte des Waſſers an. Es verliert nämlich der feſte Körper im Waſſer gerade ſo viel, als das durchs Eintauchen deſſelben verdrängte Waſſer wiegt. Dieſen Verluſt ſetze man q, mithin iſt er das Gewicht des Waſſers unter eben dem Raume, welchen der verſenkte Körper einnimmt. Bey gleicher geometriſchen Größe wiegt alſo der feſte Körper P und das Waſſer q, mithin verhalten ſich (nach I.) die ſpecifiſche wie P : q, und es iſt das ſpecifiſche Gewicht des feſten Körpers, das des Waſſers für die Einheit angenommen, $= \frac{P}{q}$.

Beſäße der Körper keine gleichförmige Dichtigkeit, ſo würde man auch nicht durch dieſes Verfahren das ſpecifiſche Gewicht dieſes Körpers finden, ſondern vielmehr eines andern, der mit jenem eine gleiche geometriſche Größe und gleiches Gewicht beſitzet, aber dabey gleichförmig dicht iſt. Man kann folglich dieß ſpecifiſche Gewicht als ein mittleres betrachten, welches mit der mittleren Dichte des Körpers übereinſtimmet.

Wenn der feſte Körper im Waſſer nicht unterſinket, ſo verbindet man denſelben mit einem andern feſten Körper z. B. einem mit Draht bedeckten gläſernen Eimer, welcher um etwas beträchtliches ſchwerer als Waſſer iſt. Dieſen ſchweren Körper wieget man ſowohl für ſich, als auch mit dem leichtern zuſammengenommen im Waſſer ab, ſubtrahiret

ret alsdann das verlorne Gewicht des ſchwerern von dem verlornen beyder zuſammen. Hierauf dividiret man das ganze Gewicht des leichtern Körpers mit dieſer Differenz, der Quotient iſt das ſpecifiſche Gewicht des feſten Körpers in Vergleichung mit dem ſpecifiſchen Gewichte des Waſſers. Denn es muß jene Differenz dem Gewichte einer Menge Waſſers gleich ſeyn, welche mit dem leichtern feſten Körper einerley geometriſche Größe hat. Setzt man nun das ganze Gewicht des leichtern Körpers $= p$, und jene Differenz $= d$, ſo hat man abermahls das Verhältniß der ſpecifiſchen Gewichte des feſten Körpers und des Waſſers $= p : d$, und das ſpecifiſche Gewicht des leichtern Körpers $= \frac{p}{d}$. Die Geräthſchaft, welche hierzu gebrauchet wird, beſchreibet Muſchenbroek α). Auch dienet der Eimer, das ſpecifiſche Gewicht von Pulvern, welche im Waſſer unterſinken und davon nicht aufgelöſet werden, nach dieſer Methode zu beſtimmen.

Auch läßt ſich das Fahrenheitſche Aräometer zur Beſtimmung der ſpecifiſchen Gewichte feſter Körper ſehr bequem gebrauchen. M. ſ. Aräometer. Legt man nämlich oben auf die Schale dieſes Inſtrumentes den Körper, ſo zeiget das Gewicht, welches noch aufgeleget werden muß, damit ſich das Aräometer bis an das Merkmahl im Waſſer einſenke, wie groß des Körpers Gewicht ſey, oder $= p$; hängt man ihn hiernächſt unten an das Inſtrument, ſo ergibt ſich auf eben dieſe Art ſein Gewicht im Waſſer, und daraus erhält man ſein verlornes Gewicht oder q, folglich auch $\frac{p}{q}$ oder ſein ſpecifiſches Gewicht.

William Nicholſon β) hat zu dieſer Abſicht folgende Einrichtung, welche der Fahrenheitſchen im weſentlichen ähnlich iſt, und die aus weißem Bleche verfertiget werden kann, beſchrie-

α) Introduct. ad philoſoph. natur. Tom. II. §. 1398.
β) Mancheſter memoirs. Vol. II. Warington and London 1787. 8.

beſchrieben: die Röhre (fig. 59.) cd iſt an ihren Enden verſchloſſen, und in Geſtalt der Kugelabſchnitte ocp und tdſ zugerundet. In der Richtung der Axe iſt an das obere Ende derſelben ein gerader Meſſingdraht befeſtiget, welcher eine kleine Schale a trägt. Unter dieſer Schale kann noch ein kleiner hohler Cylinder von Blech, 2 bis 3 Linien lang, gelöthet werden, in welchen man das Ende des Drahtes treten läßt, der durch dieſes Mittel dauerhafter unter der Schale befeſtiget werden kann, als wenn man ihn unmittelbar an die Schale anlöthete. In einer gewiſſen Höhe iſt dieſer Draht durch einen Strich b mit der Feile bezeichnet. Am untern Theile der Röhre d iſt ein anderer Draht mdn in Geſtalt einer gekrümmten Gabel angelöthet, welcher einen umgekehrten hohlen Kegel e, der inwendig an ſeiner Spitze mit Bley beſchweret iſt, hält. Dieſes Inſtrument muß übrigens ſo eingerichtet ſeyn, daß es im Waſſer ſich ſelbſt überlaſſen vertikal ſchwimmt, und dabey ein Theil der Röhre cd hervorraget. Nachher werden auf die Schale a Gewichte geleget, bis der Strich b an die Waſſerfläche hinabtritt. Man ſieht leicht, daß der Gebrauch dieſes Inſtrumentes dem des Fahrenheitſchen Aräometers völlig ähnlich iſt.

Herr Haug *) hat dieſes Inſtrument beſonders zur Beſtimmung der ſpecifiſchen Gewichte der Mineralien gebrauchet. Geſetzt alſo, die Auflagegewichte betrügen 400 Gran, wenn ſich das Inſtrument bis b eintauchen ſoll, ſo ſchränkt ſich auch ſein Gebrauch nur auf ſolche Körper ein, welche nicht über 400 Gran wiegen. Legt man nun ein Stück von einer Miner in die Mitte der leeren Schale a, und alsdann noch ſo viele Gewichte hinzu, daß ſich das Inſtrument bis b eintauche, ſo wird nun der Unterſchied der zuzulegenden Gewichte und der ganzen Auflagegewichte das Gewicht geben, welches das Stück Miner in der Luft wiegt. Hierauf

*) Journal d'hiſtoire naturelle. Tom. I. Paris 1792. 8. p. 94. Beſchreibung eines bequemen Inſtrumentes zur Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichtes der Mineralien, in Grens Journal der Phyſik, B. V. S. 502.

auf bringt man dieſes Stück in den Eimer e, und läßt das Werkzeug wieder im Waſſer ſchwimmen. Weil nun der Körper von ſeinem Gewichte im Waſſer verlieret, ſo wird man zu den Gewichten in der Schale a noch hinzulegen müſſen, damit das Inſtrument ſich wieder bis b eintauche. Dieſe zuzuſetzenden Gewichte werden anzeigen, wie viel das eingeſenkte Stück im Waſſer verlieret; folglich findet man das ſpecifiſche Gewicht dieſer Miner auf eben die Art, wie bereits angezeiget worden.

An des Herrn Haug Inſtrumente war der Durchmeſſer der Röhre o p oder t ſ = 19 pariſ. Linien, die Höhe o t zwiſchen den Punkten, wo der cylindriſche Theil aufhörte, = 3 Zoll 8 Linien; der Durchmeſſer der Grundfläche des Kegels m n = 21 Linien; der Abſtand d e = 19 Linien, die Höhe des meſſingenen Stiftes c a = 20 Linien, der Abſtand b c = $6\frac{1}{2}$ Linien. Das ganze Inſtrument wog 4 Unzen 6 Quentch. 36 Gran = 2772 Gran.

Die ſpecifiſchen Gewichte flüſſiger Materien laſſen ſich am beßten dadurch beſtimmen, daß man einen gläſernen oder elfenbeinernen maſſiven Körper von jeder beliebigen Geſtalt in ſelbigen verſenket, und den Gewichtsverluſt in ihnen bemerket. Da nun dieſer Körper in den flüſſigen Materien gerade ſo viel am Gewicht verliert, als das Gewicht der dadurch verdrängten flüſſigen Materien beträgt; ſo hat man nur nöthig, das Gewicht, welches der maſſive Körper in einer jeden flüſſigen Materie verlieret, durch dasjenige Gewicht zu dividiren, welches er im Waſſer verlieret, der Quotient zeigt das ſpecifiſche Gewicht der flüſſigen Materie in Vergleichung mit dem des Waſſers an. Verliert alſo der maſſive Körper im Waſſer q, und in einer andern flüſſigen Materie π, ſo verhalten ſich die ſpecifiſchen Gewichte dieſer flüſſigen Materien wie $\pi : q$, mithin des erſtern $= \frac{\pi}{q}$, wenn das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers = 1 geſetzet wird.

Exempel. Wenn ein Stück Glas im Waſſer 639 Troy. Aß, in Milch 20 Aß mehr, alſo 659 Aß am Gewichte ver-

lieret, ſo findet man nach der gegebenen Regel $\frac{659}{639} = 1,0313$, und ſo vielmahl iſt die Milch ſchwerer, als Waſſer. Wiegt ferner eben das Stück Glas im rektificirten Weingeiſte 86 weniger, als im Waſſer, mithin ſein Gewichtsverluſt 553 Aß, ſo findet man den Weingeiſt $\frac{553}{639} = 0,8653$ Mahl ſo ſchwer, als Waſſer.

Andere Methoden, die ſpecifiſchen Gewichte flüſſiger Materien zu beſtimmen, geben die Aräometer, deren Gebrauch unter dem Artikel, Aräometer, angezeiget iſt. Unter dem obgleich uneigentlichen Nahmen eines Aräometers hat Homberg *) ein Inſtrument angegeben, welches zur Beſtimmung der ſpecifiſchen Gewichte verſchiedener flüſſiger Materien dient. Es beſtehet dieſes aus einem gläſernen Gefäße (fig. 60) a b c d, deſſen Hals ſo enge iſt, daß ein Waſſertropfen 6 bis 7 Linien Raum darin einnimmt, oben aber trichterförmig ausgeſchweift iſt. An der Seite dieſes Gefäßes d geht eine eben ſo enge 6 Linien lange Röhre mit a b parallel heraus, damit die im Gefäße befindliche Luft einen Ausgang habe. Füllt man nun dieſes Gefäß alle Mahl bis an das Merkmahl e mit einer flüſſigen Materie an, ſo hat man wegen des engen Halſes beſtändig einerley Volumen der flüſſigen Materie. Wiegt man daher das Gefäß zuerſt mit einer und ſodann mit einer andern flüſſigen Materie bis e gefüllt ab, und ſubtrahiret alsdann das Gewicht des leeren Gefäßes von jenen gefundenen beyden Gewichten ab, ſo gibt der Unterſchied die Gewichte beyder flüſſiger Materien unter einerley Raumesinhalte an, die ſich wie ihre ſpecifiſchen Gewichte verhalten. Neuere Phyſiker haben ſich ſolcher Gefäße zur Beſtimmung der ſpecifiſchen Gewichte flüſſiger Materien öfters bedienet, und ſie der nöthigen Genauigkeit wegen mit Thermometer verbunden. Ein ſolches Gefäß beſchreibet Ramsden β), welches er ſchon ſeit 1776 bey

*) Memoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. 1699.

β) An account of experiments to determine the ſpecific gravities of fluids, thereby to obtain the ſtrengh of ſpirituous liquors by *Ramsden.* Lond. 1792. 4. Nachricht von einer neuen hydrometriſchen

bey ſeinem Aräometer gebrauchet hat. Es wird nämlich eine Flaſche von 2 bis 2½ Zoll Durchmeſſer mit einem engen glatt abgeſchliffenen Halſe von 0,3 Zoll Durchmeſſer mit einem empfindlichen Thermometer verſehen, deſſen kleine Kugel gerade durch den Hals der Flaſche gebracht werden kann. Dieſe Thermometerröhre iſt auf der einen Seite ganz platt geſchliffen, um darauf die Grade zu verzeichnen. Damit aber dieſe Grade eine ſo viel möglich zureichende Größe beſitzen, werden auf ſelbige nicht mehr als 10 bis 12 gebracht, ſo daß ſie etwa von 53 bis 63 Grad nach Fahrenheit gehet. Auf den Hals der Flaſche wird ein rundes auf der einen Seite ſehr eben abgeſchliffenes und gut polirtes Glasſcheibchen gelegt, und in der Mitte mit einem Loche verſehen, in welches das Ende der Thermometerröhre gedrang eingerieben iſt, ſo daß die Kugel des Thermometers beynahe den Boden der Flaſche erreichet. Die Flaſche nebſt dem Thermometer wird zuerſt auf einer genauen Wage abgewogen, und hiernächſt mit reinem Waſſer oder einer andern flüſſigen Materie bis an die Glasplatte gefüllt und abermahls gewogen, da alsdann der Unterſchied beyder Gewichte das Gewicht des Waſſers oder einer andern flüſſigen Materie anzeigt. Auf ſolche Art laſſen ſich auch die ſpeciſiſchen Gewichte verſchiedener flüſſiger Materien beſtimmen.

Eine ähnliche Einrichtung beſchreibet Schmeißer aus den philoſophiſchen Transactionen vom Jahre 1793 *). In einer gläſernen Flaſche mit flachem Boden iſt ein geſchliffener Glasſtöpſel eingepaßt, durch welchen ein Thermometer geht. In der Mitte iſt dieſer Stöpſel koniſch ausgebohrt, und das Thermometer hat einen gläſernen Kragen, welcher in das koniſche Loch des Stöpſels genau eingeſchliffen iſt. Statt dieſes gläſernen Kragens, welcher beym Schleifen gern weg-

triſchen Wage von Herrn Ramsden, im gothaiſchen Magazin, B. VIII. St. 3. S. 54.

*) Beſchreibung eines Inſtrumentes zu genauer Beſtimmung der eigenthümlichen Gewichte flüſſiger Körper, von Joh. Gotth. Schmeißer, mitgetheilt von Sir Joſ. Banks, im gothaiſchen Magazin, B. IX. St. 2. S. 97.

ſpringt, kann man auch ein dünnes Stückchen Federharz um die Röhre winden, und die am obern Theile des Stöpſels leer bleibende Höhlung mit Siegellack oder Kitt ausfüllen.

Noch andere Methoden, die ſpecifiſchen Gewichte flüſſiger Materien zu beſtimmen, hier umſtändlich anzuführen, würde von keinem ſonderlichen Nutzen ſeyn, beſonders da ſie keine genaue Reſultate gewähren. Einiges davon findet man noch unter dem Artikel, Wage, hydroſtatiſche.

Wenn man das ſpecifiſche Gewicht der Salze oder auch anderer Körper, welche vom Waſſer aufgelöſet werden, erforſchen will, ſo muß man ſie in Terpentinöl oder im rektificirten Weingeiſt oder ſonſt in einer andern flüſſigen Materie abwägen, welche dieſe Körper nicht auflöſet. Auf ſolche Art findet man das ſpecifiſche Gewicht der Salze in Vergleichung mit dem ſpecifiſchen Gewichte der flüſſigen Materie, in welcher ſie abgewogen ſind; und wenn der letztern ſpecifiſches Gewicht in Vergleichung mit dem des Waſſers bekannt iſt, ſo folgt daraus zugleich die Vergleichung des ſpecifiſchen Gewichtes der Salze und des Waſſers. Exemp. Haben 100 Gran Steinſalz im rektificirten Weingeiſte 40,41 Gran verloren, ſo iſt das Steinſalz $\frac{10000}{4041}$ Mahl ſchwerer als Weingeiſt. Iſt nun ferner Weingeiſt 0,866 Mahl ſo ſchwer als Waſſer, ſo folget, es ſey das Steinſalz $\frac{8660}{4041}$ Mahl oder 2,143 Mahl ſchwerer als Waſſer.

Es laſſen ſich auch die ſpecifiſchen Gewichte der Metalle ſo mit einander vergleichen, daß man von ihnen gleich dicke Cylinder macht, welches durchs Drahtziehen zu erlangen iſt. Macht man nun ferner dieſe Cylinder vom gleichen Gewichte, ſo verhalten ſich die ſpecifiſchen Gewichte dieſer Metalle verkehrt wie ihre Längen. Denn bey gleicher Dicke verhalten ſich die Längen L und l wie ihre Volumen; ſind nun die Gewichte gleich, ſo hat man für die ſpecifiſchen Gewichte

$$G : g = \frac{P}{L} : \frac{P}{l} = l : L$$

Wenn

Wenn die Körper in der Luft abgewogen werden, ſo erfähret man dadurch nicht ihr abſolutes ſondern nur ihr relatives Gewicht in der Luft. M. ſ. Gewicht. Um aber dieſes zu erhalten, muß noch zum relativen Gewichte das Gewicht derjenigen Menge von Luft, welche der Körper aus der Stelle treibt, hinzugeſetzet werden. Bey den Abwägungen der gewöhnlichen feſten und tropfbar flüſſigen Körper beträgt jedoch dieſes zuzuſetzende Gewicht ſo wenig, daß man es ganz außer Acht laſſen kann. Wenn aber die Luft ſelbſt, oder andere Gasarten in eingeſchloſſenen Gefäßen abgewogen werden, ſo muß man dazu feſte unbiegſame Gefäße wählen, deren Volumen ſich nicht ändert, damit der Gewichtsverluſt, welchen ſie in der Luft erleiden, bey gleicher Barometerhöhe und gleichem Wärmegrade einerley bleibe. So wie das Gewicht der gemeinen Luft in einem ſolchen Gefäße z. B. in einer kupfernen Kugel gefunden wird, eben ſo kann man auch die Gewichte anderer Gasarten erforſchen, deren Verhältniſſe bey gleichem Volumen zugleich die Verhältniſſe ihrer ſpecifiſchen Gewichte ausdrucken. Cavallo [α]) beſchreibet die Methode des Herrn Fontana, welche hierbey am genaueſten iſt.

Nach dieſen vorgeſchriebenen Methoden haben die Phyſiker die ſpecifiſchen Gewichte von einer ſehr großen Menge von Körpern unterſuchet, und in Tafeln gebracht, wobey das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers = 1 geſetzet iſt. Eine ſolche Tabelle gibt ſchon Marinus Ghetaldi [β]), und Henkel [γ]) führt ſpecifiſche Gewichte mineraliſcher Körper an. Alles das, was hierin bis 1747 gethan worden, hat Richard Davies [δ]) geſammelt. Muſſchenbroek, welcher bereits in ſeiner ältern Ausgabe ſeines Werkes ein ziemlich ſtarkes

α) Abhandlung über die Natur und Eigenſchaften der Luft. Aus d. Engl. Leipz. 1788. 8. S. 377.
β) Archimedes promtus. Romae, 1603. 4.
γ) Pyritologia oder Kieshiſtorie. Leipz. 1725. 8. im Anhange.
δ) Tables of ſpecific gravities, extracted from various authors, with ſome obſerv. upon the ſame in Philoſ. transact. Vol. XLV. Nr. 488. p. 416.

Verzeichniß aus ſeinen eigenen Verſuchen angegeben hatte, hat daſſelbe in der neuern Ausgabe [α]) noch vollſtändiger mitgetheilet. Dieſes Verzeichniß hat jedoch dieſen Fehler, daß nicht alle Mahl bey den Verſuchen genau genug zu Werke gegangen iſt, und daß er ſelbſt ſeine eigenen genauen Vorſchriften nicht durchgängig befolget hat. So gibt er z. B. nicht an, bey welchem beſtimmten Wärmegrade die Verſuche gemacht ſind, ſondern begnüget ſich nur zu ſagen, daß ſie in den Monathen Aprill, Junius, Julius und Auguſt angeſtellet ſind. Unter allen aber hat ſich wohl Briſſon mit dieſem Gegenſtande am meiſten beſchäfftiget, und ſchon im Jahre 1772 [β]) eine ziemlich vollſtändige Tafel über die ſpecifiſchen Gewichte der Metalle bekannt gemacht; nachher aber hat er in einem eigenen Werke [γ]) ein ſehr vollſtändiges und genaues Verzeichniß mitgetheilet. Aus dieſem Werke hat auch Romé de l'Isle [δ]) das von ihm angeführte Verzeichniß der ſpecifiſchen Gewichte der Körper genommen, es aber in eine andere Ordnung gebracht, und in einigen Stellen verbeſſert und vermehret. Briſſon hat alle Verſuche bey 14 Grad Temperatur nach Reaumur angeſtellet, ſich ſo viel möglich großer Maſſen von 8 bis 14 Unzen bedienet, und die Beſchaffenheit der Körper nach ihrer Bereitungsart und ihren verſchiedenen Zuſtänden ſehr genau angegeben. Außerdem hat auch Briſſon zuerſt die Dichtigkeiten geprägter, geſchmiedeter und ſonſt bearbeiteter Metalle von der Dichtigkeit ſolcher unterſchieden, welche bloß nach dem Fluſſe erhär-

α) Introduct. ad philoſophiam naturalem. Lugd. Batav. 1762. 4. Tom. II. §. 1417.

β) Mémoir. de l'Academ. roy. des ſcienc. de Paris 1772. Part. II. p. 1 ſq.

γ) Péſenteur ſpecifique des corps; ouvrage utile à l'hiſtoire naturelle, à la phyſique, aux arts et au commerce p M. *Briſſon*, à Paris 1787. 4. Deutſch: Briſſon über die ſpecifiſchen Gewichte der Körper und mit Anmerk. beſonders die Litteratur betreffend, von J. G. L. Blumhof, mit Zuſätzen von Käſtner und Vorrede von Lichtenberg. Leipz. 1795. 8.

δ) Meteorologie. Paris 1789. 4. tulde IV. G. Große meteorologiſche Tafeln u. ſ. w. nach Romé de l'Isle mit Berichtigungen von Käſtner. Braunſchw. 1792. 8.

erhärtet ſind, unterſchieden. Dieſer Unterſchied iſt beträchtlich, und daher keinesweges zu vernachläſſigen.

Verzeichniſſe von den ſpecifiſchen Gewichten verſchiedener Metallcompoſitionen geben Höhe *) und Gellert β). Prieſtley, Bergmann, Lavoiſier, Kirwan, Fontana u. a. m. führen auch verſchiedene ſpecifiſche Gewichte von den verſchiedenen Luftgattungen an.

Ich theile hier das Muſſchenbroekſche, und nach Briſſon und einigen andern verbeſſerte Verzeichniß mit, welches Gren in ſeinem Grundriſſe der Naturlehre (Halle, 1797. 8. S. 242 u. f.) aufgenommen hat.

I. Metalle.

Platina geſchmiedet	21,061	Sückingen
—— geſchmolzen	19,500	Briſſon
—— geſchmiedet	20,336	——
—— in Draht gezogen	21,041	——
—— in Blechen	22,069	——
Gold	19,640	Muſſchenbroek
—— gegoſſen	19,258	Briſſon
—— gehämmert	19,361	——
Silber	10,542	Muſſchenbroek
—— gegoſſen	10,474	Briſſon
—— gehämmert	10,510	——
Kupfer gegoſſen	7,788	——
—— zu Draht gezogen	8,878	——
—— japaniſches, gegoſſen	8,762	Muſſchenbroek
—— —— geſchmiedet	9,000	——
Eiſen, Roheiſen	7,207	Briſſon
—— Stangeneiſen	7,788	——
—— —— ſchwediſches	7,765	Muſſchenbroek
—— Stahl	7,833	Briſſon
—— —— geſchmiedet nicht gehärtet	7,840	——
—— —— —— und gehärtet	7,810	——
Zinn von Cornwallis, gegoſſen	7,291	——
—— —— gehämmert	7,299	——
—— von Malacca, gegoſſen	7,296	——
—— —— —— ——	7,331	Muſſchenbroek

*) Diſſ. de efficacia mixtionis in mutandis corporum voluminibus. Lugd. Batav. 1751. 4.

β) Comment. Petropol. Tom. XII.

Zinn von Malacca, gehämmert		7,306	Briſſon
—— von Bancas		7,216	Muſſchenbroek
Bley gegoſſen		11,352	Briſſon
—— ——		11,445	Muſſchenbroek
Zink gegoſſen		7,190	Briſſon
—— Goßlariſcher		7,215	Muſſchenbroek
Wismuth gegoſſen		9,822	Briſſon
—— ——		9,670	Muſſchenbroek
Kobalt gegoſſen		7,811	Briſſon
—— ——		7,700	Bergmann
Spiesglanz gegoſſen		6,720	Briſſon
—— ——		6,860	Bergmann
—— ——		6,852	Muſſchenbroek
Arſenik		8,308	Bergmann
Nickel gegoſſen		9,000	——
Magneſium		6,850	——
Queckſilber		13,550	Muſſchenbroek
——		14,110	——
——		13,586	Briſſon
—— nach der Mittelzahl [illegible]er Verſuche nach Muſſchenbroek		13,674	

2. Erden und Steine.

Kreide		2,315	Kirwan
——		2,252	Muſſchenbroek
Dichter Kalkſtein		1,386	
	bis	2,7	Kirwan
Körniger Kalkſtein		2,710	
	bis	2,837	——
Carrariſcher Marmor		2,716	Briſſon
Pariſiſcher ——		2,837	——
Isländiſcher Kalkſpath		2,715	——
Bitterſpath		2,480	Kirwan
Mergelerde		1,600	
	bis	2,400	——
Verhärteter Mergel		2,300	
	bis	2,700	——
Bituminöſer Mergelſchiefer		2,361	
	bis	2,242	——
Schieferſpath		2,647	——
Braunſpath		2,837	Briſſon
Domolit		2,850	
	bis	2,862	Kirwan

Gyps

Gyps dichter		1,872	
	bis	2,288	Kirwan
—— faſeriger		2,304	
—— blätteriger		2,274	
	bis	2,310	——
Frauenеis		2,311	——
Flußſpath		3,155	
	bis	3,191	Briſſon
Apalit		2,824	
	bis	3,218	Kirwan
Tungſtein		6,066	
Witherit		4,338	Kirwan
Schwerſpath dichter		4,300	
	bis	4,400	——
—— blätteriger		4,300	
	bis	4,800	——
—— faſeriger		4,440	——
—— Bologneſer		4,440	——
Leberſtein		2,666	——
Meerſchaum		0,336	Groß
Venetianiſcher Talk		2,780	Muſſchenbroek
Speckſtein		2,727	Briſſon
Topfſtein von Como		2,872	Kirwan
—— ſchweizeriſcher		3,023	Sauſſüre
—— von Dauphiné		2,768	Briſſon
—— ſchwediſcher		2,853	——
Serpentin von Zöblitz		2,560	Kirwan
Asbeſt —— ——		2,547	——
Amiant		2,444	Muſſchenbroek
Bergkork		0,680	——
	bis	0,993	Briſſon
Asbeſtartiger Strahlſtein		2,584	Kirwan
Gemeiner ——		2,806	
	bis	3,356	——
Glasartiger ——		2,950	
	bis	3,493	——
Nephrit		2,966	Briſſon
	bis	3,041	Sauſſüre
Bitterſtein		3,320	
	bis	3,380	Höpfner
Baikolith		2,200	Lowitz
Boracit		2,566	Weſtrumb
Töpferthon		1,800	
	bis	2,000	Kirwan

Schieferthon		2,600	
	bis	2,680	Kirwan
Wetzſchiefer		2,876	
	bis	3,131	Briſſon
Steinmark verhärtetes		2,815	Kirwan
Bol, armeniſcher		2,727	Muſſchenbroek
Zeichenſchiefer		2,168	Briſſon
Grimerde		2,637	Kirwan
Lepidolith		2,816	——
Kyanit		3,517	Sauſſüre
Glimmer ruſſiſcher		2,791	Briſſon
—— ſchwarzer		2,938	——
Micarell		2,980	Kirwan
Hornblende		3,410	——
—— baſaltiſche		3,333	——
—— labradoriſche		3,350	
	bis	3,434	——
Hornblendeſchiefer		2,909	
	bis	3,153	——
Wacke		2,535	
	bis	2,893	——
Trapp		2,780	
	bis	3,021	——
Baſalt		2,864	Briſſon
	bis	3,000	Bergmann
Thonſchiefer		2,670	
	bis	2,880	Kirwan
Bergkryſtall		2,653	Briſſon
Quarz		2,647	
	bis	2,654	——
Amethyſt		2,651	Kirwan
Smaragd		2,775	Briſſon
Beryll ſibiriſcher		2,722	——
—— braſilianiſcher		2,782	——
Praſer		2,580	Briſſon
Orientaliſcher Rubin		4,283	——
Orientaliſcher Topas		4,010	——
Orientaliſcher Sapphir		3,994	——
Spinell		3,760	——
		3,570	Klaproth
Rubinſpath von Ceylon		3,454	Kirwan
Braſilianiſcher Rubin		3,531	Briſſon
Braſilianiſcher Topas		3,536	——
Sächſiſcher Topas		3,564	——

Orien-

Orientaliſcher Aquamarin		3,548	Briſſon
Braſilianiſcher Sapphir		3,130	——
Hyacinth		3,681	——
Ceyloniſcher Zirkon		4,416	——
Böhmiſcher Granat		4,188	——
Leurit		2,468	——
Chryſoberyll		3,689	——
	bis	3,719	Kirwan
Chryſolith		3,340	
	bis	3,410	Werner
Olivin		2,960	
	bis	3,225	Kirwan
Obſidian		2,348	Briſſon
Schörlartiger Beryll		3,530	Klaproth
Schwarzer Stangenſchörl		3,363	Briſſon
Braſilianiſcher Turmalin		3,130	
	bis	3,155	Kirwan
Thurnerſtein		3,295	——
Prenit		2,942	——
Zeolith		2,083	
	bis	2,073	Briſſon
—— von Adelfors		2,468	——
Kreuzſtein		2,355	
	bis	2,361	Kirwan
Laſurſtein		2,896	——
Chryſopras		2,479	——
Edler Opal		2,144	Blumenbach
Halbopal		1,700	
	bis	2,118	Kirwan
Gemeiner Opal		1,958	
	bis	2,075	Klaproth
Pechſtein		2,049	
	bis	2,319	Briſſon
Hyalith		2,110	Kirwan
Chalcedon		2,664	Briſſon
Carneol		2,613	——
Katzenauge		2,560	
	bis	2,660	Kirwan
Feuerſtein		2,581	
	bis	2,673	Briſſon
Hornſtein		2,532	
	bis	2,653	Kirwan
Kieſelſchiefer		2,596	
	bis	2,641	——

Por-

Porphyrſchiefer		2,512	
	bis	2,700	Kirwan
Gemeiner Jaspis		2,580	
	bis	2,700	—
Aegyptiſcher Jaspis		2,564	Briſſon
Sinopel		2,691	—
Porzellanjaspis		2,330	Kirwan
Heliotrop		2,620	
	bis	2,700	—
Holzſtein		2,045	
	bis	2,675	—
Elaſtiſcher Quarz		2,624	—
Feldſpath		2,437	—
	bis	2,600	—
Mondſtein		2,559	—
Bimſtein		0,914	Briſſon
Labradorſtein		2,670	
	bis	2,692	Kirwan
Demantſpath		3,710	Klaproth
Strontionit		3,400	
	bis	3,644	Kirwan
Granit		2,538	
	bis	2,956	Briſſon
Porphyr		2,765	
	bis	2,793	—
Sandſtein		2,111	—
	bis	2,561	—

3. Erdharze.

Bergnaphtha		0,708	Muſſchenbroek
Petroleum		0,854	—
Asphalt		0,203	
	bis	1,744	—
Steinkohle		1,270	
	bis	1,500	—
Bernſtein		1,065	
	bis	1,110	—
Braunkohle		1,019	
	bis	1,292	Gren

4. Schwefel.

Natürlicher Schwefel		2,033	Briſſon
Stangenſchwefel		1,800	Muſſchenbroek

5. Kohlige Subſtanzen des Mineralreichs.

Graphit		1,860	Muſſchenbroek
Kohlenblende		1,468	Groß
Diamant		3,521	
	bis	3,654	Muſſchenbroek

6. Metallkalke und Erze.

Weißer Arſenik		9,694	Muſſchenbroek
Rother Arſenik		3,223	——
Operment		3,313	——
Gelber Arſenik		3,521	——
Galmey		2,560	
	bis	4,409	——
Tutia		4,615	——
Schwefelkies		4,789	
	bis	4,912	——
Kupferkies		3,800	
	bis	4,158	——
Graues Spiesglanzerz		4,700	
	bis	4,850	——
Glas vom Spiesglanze		4,760	——
	bis	5,280	——
Rothgülden Erz von Johann Georgenſtadt		5,354	——
Zinnober natürlicher		6,188	
	bis	7,710	——
—— künſtlicher		7,836	
	bis	8,002	——
Bleyglätte		6,044	——
Bleyglanz		7,220	——
Molybdän		4,738	Briſſon

7. Künſtliche Verglaſungen.

Bouteillenglas grünes		2,642	Briſſon
Weißes Cryſtallglas		2,892	
	bis	2,488	Briſſon
Engliſches Flintglas		3,329	——
Porzellan von Seves		2,115	——
—— von Limoges		2,341	——
—— von China		2,384	——

8. Salze.

Vitriolöl		1,877	
	bis	1,700	Muſſchenbroek

Rauchen-

Rauchende Salpeterſäure	1,583	Muſſchenbroek
—— Kochſalzſäure	1,194	Briſſon
Boraxſäure	1,479	Muſſchenbroek
Arſenikſäure	3,391	Bergmann
Roher Eſſig	1,013	Briſſon
Deſtillirter Eſſig	1,009	——
Roher Weinſtein	1,849	Muſſchenbroek
Weinſteinrahm	1,900	——
Aetzender Salmiakgeiſt	0,890	——
	0,897	Briſſon
Zerfloſſenes Weinſteinſalz	1,550	Muſſchenbroek
Vitrioliſirter Weinſtein	2,298	——
Glauberſalz	2,246	——
Salpeter	1,900	——
Rhomboidalſalpeter	1,869	——
Reines Kochſalz	1,918	——
Steinſalz	2,143	——
Digeſtivſalz	1,836	——
Reiner ſublimirter Salmiak	1,420	——
Borax	1,720	——
Allaun	1,714	——
Bleyzucker	2,395	——
Engliſcher Vitriol	1,880	——
Zinkvitriol	1,900	——
Weißer Zucker	1,606	——

9. Spirituöſe Flüſſigkeiten.

Schwefelnaphtha	0,716	Lowitz
Alkohol (der reinſte)	0,719	——
Burgunderwein	0,991	Briſſon
Maderawein	1,038	——
Weißer Franzwein	1,020	Muſſchenbroek
Frontignac	1,008	——
Malgawein	1,015	——
Rother Kapwein	1,018	——
Weißer Kapwein	1,039	——
Pontac	0,993	——
Champagnerwein	0,962	——
Moſeler	0,916	——
Rheinwein	0,999	——

10. Aetheriſche Oele.

Lavendelöl	0,893	Briſſon
Nelkenöl	1,034	Muſſchenbroek

Pomme=

Pommeranzenöl	0,888	Muſſchenbroek
Zimmtöl	1,035	——
Saſſafrasöl	1,094	——
Rosmarinöl	0,934	——
Fenchelöl	0,997	——
Wacholderöl	0,911	——
Krauſemünzenöl	0,975	——
Terpentinöl	0,792	——

11. Fette Oele oder thieriſche Fette.

Rindertalg	0,955	Muſſchenbroek
Hammeltalg	0,943	——
Schweineſchmalz	0,954	——
Gelbes Wachs	0,960	——
Weißes Wachs	0,966	——
Baumöl	0,913	——
Leinöl	0,932	——
Rübſaamenöl	0,853	——
Cacaobutter	0,891	Brandis
Süßes Mandelöl	0,928	Muſſchenbroek
Butter	0,942	Briſſon
Wallrath	0,943	——

12. Gummi's, Harze, Gummiharze ꝛc.

Arabiſches Gummi	1,452	Briſſon
Traganth	1,316	——
Weißes Pech	1,072	——
Sandarac	1,092	——
Maſtix	1,074	——
Storax	1,109	——
Copal	1,045	
bis	1,139	——
Elemi	1,018	——
Anime	1,028	——
Labdanum	1,186	——
Guayac	1,122	——
Jalappenharz	1,218	——
Drachenblut	1,204	——
Gummilack	1,139	——
Tacamahac	1,046	——
Benzoe	1,092	——
Caranna	1,124	——
Ammoniakgummi	1,207	——

Hederagummi	1,294	Briſſon
Galbangummi	1,212	—
Sarcocello	1,268	—
Opoponac	1,622	—
Gummigutt	1,221	—
Euphorbinm	1,124	—
Olibanum	1,173	—
Myrrhe	1,360	—
Scammoneum	1,235	—
Stinkender Aſand	1,327	—
Bdellium	1,371	—
Federharz	0,933	—
Kampher	0,988	—
Aloe	1,358	—
Opium	1,336	—
Indigo	0,769	—

13. Einige thieriſche Subſtanzen.

Elfenbein	1,825	Muſſchenbroek
Walroszahn	1,933	—
Orientaliſcher Bezoar	1,530 bis 1,640	—
Harnblaſenſtein	3,664 bis 1,700	—
Kryſtalliniſcher Galleuſtein	0,803	Gren
Rothe Corallen	2,689	Muſſchenbroek
Orientaliſche Perlen	2,750	—
Krebsaugen	1,890	—
Hüneraugen	1,090	—

14. Holzarten.

Indianiſches Cedernholz	1,315	Muſſchenbroek
Buxbaumholz	1,328 und 0,919	—
Braſilienholz	1,031	—
Ebenholz	1,209	—
Fernambucholz	1,014	—
Franzoſenholz	1,333	—
Mahagonyholz	1,063	—
Griesholz	1,200	—
Altes Eichenholz	1,666	—
Eichenholz vom Stamme	0,929	—
Eichenholz vom grünen Aſte	0,870	—
Rhodiſerholz	1,125	—

Weißes

Weißes Sandelholz	1,041	Muſſchenbroek
Rothes ——	1,128	——
Campecheholz	0,913	——
Büchenholz	0,852	——
Gelbes Sandelholz	0,809	——
Erlenholz	0,800	——
Ahornholz	0,755	——
Eſchenholz	0,743	——
Apfelholz	0,793	——
Pflaumenholz	0,785	——
Haſelnholz	0,600	——
Birnenholz	0,661	——
Ulmenholz	0,600	——
Lindenholz	0,604	——
Weidenholz	0,585	——
Wacholderholz	0,556	——
Saſſafrasholz	0,482	——
Tannenholz	0,550	——
Pappelnholz	0,383	——
Korkholz	0,240	——

15.

Phosphorus	1,714	Muſſchenbroek

16.

Holzkohle	0,280	
bis	0,441	Hielm

17.

Eis	0,916	Muſſchenbroek
Reines Waſſer	1,000	——

Von verſchiedenen Luftarten gibt Lavoiſier folgende Beſtimmung:

Ein Pariſer Duodecimalcubikzoll atmoſphäriſcher Luft wiegt	0,46005	Grän (franz.)
Stickluft	0,44444	——
Lebensluft	0,50694	——
Brennbare Luft	0,03539	——
Luftſäure	0,68985	——
Salpeterluft	0,54690	——
Flüchtige alkaliniſche Luft	0,27488	——
Schwefelluft	1,03820	——

Die Zahlen in voriger Tabelle zeigen nun an, wie viel Mahl das Gewicht einer willkührlich gewählten Menge Waſſers in dem Gewichte einer eben ſo großen Menge der daneben angeführten Materien enthalten iſt. Wird alſo das Gewicht eines Cubikfußes oder eines Cubikzolles Waſſers mit einer ſolchen Zahl multipliciret, ſo zeigt das Produkt das Gewicht eines Cubikfußes oder eines Cubikzolles der daneben angeführten Materien an. Will man z. B. finden, wie viel 6 Cubikzolle Silber nach Rheinl. Maße wiegen, ſo findet man 1 Rheinl. Cubikzoll Silber am Gewicht 10 542 × 296 = 3120,432 Grän. Nun kann man nach der Regel Detri ſchließen, 1 : 6 = 3120,432 : 18722,592 Grän. Auf ſolche Art laſſen ſich Tabellen über die abſoluten Gewichte der Körper berechnen, welche zu vielen praktiſchen Abſichten brauchbar ſind. Eine ſolche findet man beym Briſſon für das Gewicht eines Cubikzolles und Cubikfußes von allen Metallen.

Eine andere Anwendung dieſer Lehre findet bey der Vermiſchung zweyer Materien Statt, wozu beſonders das berühmte archimedeiſche Problem Veranlaſſung gab. Es kommt hierbey auf folgende Aufgabe an: das ſpecifiſche Gewicht zweyer Materien iſt gegeben, man ſoll eine Maſſe von einem gegebenen mittleren ſpecifiſchen Gewichte durch beyder Vermiſchung zu Wege bringen; die Frage iſt, in welchem Verhältniſſe dem Raume oder Gewichte nach die beyden Materien genommen werden müſſen?

Die Auflöſung dieſer Aufgabe läßt ſich ſo überſehen: wenn g und γ die ſpecifiſchen Gewichte der ſchwerern und leichtern von beyden Materien, V und W ihre körperlichen Räume, ferner μ das ſpecifiſche Gewicht der vermiſchten Maſſe bezeichnen; ſo iſt $V + W$ der körperliche Raum der vermiſchten Maſſe, und gV, γW ſind die Gewichte der beyden Maſſen. Nach den Bedingungen der Aufgabe aber

ſoll

ſoll $\frac{gV+\gamma W}{V+W}=\mu$ ſeyn, mithin $gV+\gamma W=\mu V + \mu W$, und daraus folgt ferner $(g-\mu)V=(\mu-\gamma)W$, alſo $V:W=\mu-\gamma:g-\mu$. Wenn p und q die Gewichte der ſchwerern und leichtern Materie bezeichnen, welche die Räume V und W füllen, ſo iſt $p=gV$ und $q=\gamma W$, mithin $\frac{p}{q}=\frac{g}{\gamma}\frac{\mu-\gamma}{g-\mu}$. Will man daher das Verhältniß der Gewichte der beyden Materien haben, die in die Vermiſchung kommen ſollen, ſo muß man die Zahlen, die das Verhältniß der Räume ausdrucken, noch mit den ſpecifiſchen Gewichten der Materien multipliciren.

Weiß man nun, wie viel 1 Pfund einer ſchwerern und einer leichtern Materie am Gewichte im Waſſer verlieret, und es ſoll durch die Vermiſchung eine Maſſe zuwege gebracht werden, wovon 1 Pfund mehr als die ſchwerere und weniger als die leichtere im Waſſer verlieren würde, ſo iſt dieß bloß ein beſonderer Fall der Aufgabe. Denn aus dem Gewichte, was ein Stück von einer Materie von bekanntem Gewicht im Waſſer verlieret, hat man ihr ſpecifiſches Gewicht. Wenn alſo 1 Pfund der ſchwereren das Gewicht π und der leichtern das Gewicht φ, und 1 Pfund der vermiſchten Maſſe das Gewicht m verlieren ſoll, ſo hat man $g=\frac{1}{\pi}$; $\gamma=\frac{1}{\varphi}$ und $\mu=\frac{1}{m}$; mithin läßt ſich die Auflöſung der Aufgabe anwenden. Will man alsdann die im Waſſer verlornen Gewichte ſtatt g, γ und m in Rechnung bringen, ſo hat man $\frac{g}{\gamma}=\frac{\varphi}{\pi}$; $\mu-\gamma=\frac{\varphi-m}{m\varphi}$; $g-\mu=\frac{m-\pi}{m\pi}$; alſo $\frac{\mu-\gamma}{g-\mu}=\frac{\pi}{\varphi}\cdot\frac{\varphi-m}{m-\pi}$, mithin $\frac{p}{q}=\frac{\varphi-m}{m-\pi}$. Dieſe letzte Formel ergibt, daß nun das Verhältniß der Gewichte der beyden

Maſſen nach der Alligationsregel gefunden werde, welche unabhängig von der Aufgabe auch ſo erhellet. Man ſchließe

1 Pſund verlieret π Pfund, wie viel p Pfund? Antw. $\pi . p$
1 —— —— φ —— —— q —— —— $\varphi . q$

die vermiſchte Maſſe wird $p + q$ Pfunde, und verlieret $m (p + q)$, alſo wird der Vorausſetzung gemäß erfordert, daß $\pi . p + \varphi . q = mp + mq$ ſey, und daraus folget $(\varphi - m) q = (m - \pi) p$ mithin $\frac{p}{q} = \frac{\varphi - m}{m - \pi}$, wie vorhin.

Dieſe Aufgabe dienet nun zugleich, wenn das ſpecifiſche Gewicht einer vermiſchten Maſſe bekannt iſt, nebſt den ſpecifiſchen Gewichten zweyer anderer Materien, aus welchen die vermiſchte Maſſe entſtanden iſt, nicht allein zu entdecken, in welchem Verhältniſſe dem Raume oder dem Gewichte nach die Miſchung gemacht iſt, ſondern auch, wenn es verlangt wird, aus der Größe oder dem Gewichte der vermiſchten Maſſe die Größe oder das Gewicht der zuſammen vermiſchten Theile nach der Vermiſchungsregel zu finden.

Exemp. Nach Vitruv's Erzählung war die Krone des Königs Hiero 20 Pfund ſchwer geweſen, und hat im Waſſer $1\frac{1}{4}$ Pfund verloren oder 9600 Gran. Wenn nun fein Gold 19,64 Mahl ſchwerer als Waſſer iſt, ſo müſſen 20 Pfund Gold im Waſſer $\frac{20}{19,64}$ Pfund oder 7821 Grän am Gewichte verlieren, mithin iſt die Krone ſpecifiſch leichter als fein Gold geweſen. Wird nun vorausgeſetzet, daß der Zuſatz Silber geweſen ſey, ſo gibt folgende Rechnung, wie viel Gold und wie viel Silber die Maſſe enthalten habe.

Wenn Silber 11,091 Mahl ſchwerer als Waſſer iſt, ſo würden 20 Pfund Silber im Waſſer 13849 Gran am Gewichte verlieren; alſo gibt die Alligationsregel

	verlieren Grane	auf
20 Pfund fein Gold	7821	4249 Gran fein Gold
— — ſchlecht —	9600	ſind alſo
— — Silber	13849	1779 Gran Silber-Zuſatz
		Summe 6028 ſchlecht Gold.

Ferner

Ferner ſetzt man nach der Vermiſchungsregel
6028 Gr. ſchl. Gold : 4249 Gr. f. G. = 20 Pf. : 14,1 Pf. f. G.; die Vermiſchung beſtand alſo aus 14,1 Pfund fein Gold und 5,9 Pfund fein Silber.

Bey dieſer Aufgabe aber iſt vorausgeſetzet worden, daß der Raum, welchen die vermiſchte Maſſe annimmt, gerade ſo groß iſt, als die Summe der Räume, welche die vermiſchten Theile zuſammen einnehmen. Allein in der Wirklichkeit findet dieſe Vorausſetzung nicht Statt; daraus erhellet, daß die Auflöſung der Aufgabe, ſo richtig ſie an ſich iſt, dennoch die Verhältniſſe der Gewichte in der Miſchung nicht genau angibt. Glauber [α]) goß in einerley Kugelform 2 Kugeln von Kupfer und 2 von Zinn, ſchmolz alle 4 zuſammen, und fand, daß die Miſchung noch nicht völlig 3 Kugeln in eben der Form gab, ob ſie gleich nichts am Gewichte verloren hatte. Noch mehrere Verſuche hierüber ſtellten in den Jahren 1736 und 1737 die Herren Kraft, Gellert [β]) und Zeiher [γ]) an. Dieſe Abweichungen gaben Einſporn [δ]) Veranlaſſung, das archimedeiſche Problem näher zu prüfen. Von Miſchungen anderer Materien hat Hahn [ε]) noch mehrere Erfahrungen angeführet. Das bisher in dieſer Sache Geleiſtete hat Herr Käſtner [ζ]) weiter unterſuchet, und neue Reihen von Verſuchen vorgeſchlagen, um den Gehalt der Metalle dieſer Abweichung ungeachtet durch Abwägen im Waſſer richtig zu beſtimmen. Die Miſchungen von Gold und Silber; Silber und Kupfer; Silber und Zinn; Bley und Zinn geben die geringſten Abweichungen. Uebrigens

α) Furni novi philoſophici oder Beſchreibung einer neu erfundenen Deſtillirkunſt. Amſterd. 1661. 8.

β) *Gellert* de denſitate mixtorum ex metallis et ſemimetallis factorum, in comment. Petropol. Tom. XIII p. 382.

γ) Miſtionnm metallicarum examen hydroſtaticum. Viteb. 1764.

δ) Unterſuchung, wie weit durch Waſſerwägen der Metalle Reinigkeit könne beſtimmt werden. Erlang. 1745. 8.

ε) De efficacia mixtionis in mutandis corporum voluminibus. Lugd. Batav. 1751. 4.

ζ) De mixtorum examine hydroſtatico, in nov. comment. Goetting. ad ann. 1775.

läßt ſich auch dieſe Aufgabe nicht bey der Zuſammenſetzung von mehr als zwey Metallen anwenden.

Wird Kochſalz im Waſſer aufgelöſet, ſo iſt der Raum, den die Auflöſung einnimmt, nicht mehr gleich der Summe der Räume des Kochſalzes und des Waſſers, wie auch ſchon Römer nach Horrebow's Anführung α) bemerket hat. Es ſind daher eigene Beobachtungen und darauf gegründete Rechnungen nöthig, um aus dem ſpecifiſchen Gewichte der Salzſolution die Menge des Salzes zu finden, die in einem gegebenen Gewichte der Salzſoole enthalten iſt. Eine ſolche Tabelle hat Lambert β) berechnet.

Gewicht des Salzes		ſpecifiſches Gewicht der Soole
0	=	1,000
10	=	1,007
20	=	1,014
30	=	1,021
40	=	1,027
50	=	1,034
60	=	1,041
70	=	1,047
80	=	1,054
90	=	1,060
100	=	1,067
110	=	,073
120	=	1,080
130	=	1,086
140	=	1,093
150	=	1,099
160	=	1,105
170	=	1,111
180	=	1,117
190	=	1,123
200	=	1,129
210	=	1,135
220	=	1,141
230	=	1,146
240	=	1,152
250	=	1,158

α) Elementa philoſoph. natur. Hafn. 1748. 8.
β) Hiſtoire de l'Acad. de Pruſſe 1762. Tom. XVIII. S. 27 f.

260	=	1,163
270	=	1,169
280	=	1,175
290	=	1,180
300	=	1,185
310	=	1,191
320	=	1,196
330	=	1,204
336,8	=	1,2047

Man nehme an, die Soole iſt in ihrem ſpecifiſchen Gewichte 1,175, ſo füllen 1175 Gran derſelben ſo viel Raum, als 1000 Gran Waſſer, und es ſind in dieſen 1175 Gran 280 Gr. Salz, oder das in ihr befindliche Salz beträgt $\frac{280}{1175}$ ihres Gewichtes. Nun kann man leicht nach der Regel Detri finden, wie viel Salz in einem Pfunde ſolcher Soole ſey. Denn wenn 1175 Gran Soole 280 Gran Salz enthalten, ſo ſind in 1 Pfunde oder 7680 Gran Soole 1830 Gran Salz.

Auch wenn Alkohol und Waſſer mit einander vermiſchet werden, ſo iſt das ſpecifiſche Gewicht nach der Miſchung nicht ſo, als es nach der Berechnung vermöge ihrer reſpektiven ſpecifiſchen Gewichte ſeyn ſollte. Um daher aus dem ſpecifiſchen Gewichte der Miſchung das Verhältniß beyder Theile zu erforſchen, ſind Verſuche und nähere Beſtimmungen nöthig. Herr Gilpin *) in England hat dergleichen Verſuche über die Aenderungen der Dichtigkeit des Alkohols und des Waſſers, wenn ſie in verſchiedenen Verhältniſſen mit einander vermiſchet werden, in zahlreicher Menge, und zwar für verſchiedene Grade von Wärme von 30 bis 80° Fahrenh. angeſtellet, und Tabellen entworfen, nach welchen man aus dem ſpecifiſchen Gewichte des Gemiſches den Gehalt an Alkohol oder Waſſer finden kann. Herr Gilpin nimmt darin das Gewicht des Alkohols 0,825 an. Herr Lowitz β) hat aber gezeiget, daß Alkohol von dieſem ſpecifiſchen Gewichte ſelbſt noch nicht waſſerfrey ſey, und daß er durch die ſtärkſte Entwäſſe-

*) Verſuche über die Veränderung der Dichtigkeiten bey Vermiſchung von Alkohol und Waſſer, von Herrn Gilpin, in Grens neuem Journ. d Phyſ. B. II. S. 365.

β) Crells chemiſche Annalen 1796. B. I. S. 202 f.

wäſſerung bis 0,791 bey 68° Fahrenh. herabgebracht werden könne. Hiernach hat er ſelbſt folgende Tabelle der ſpecifiſchen Gewichte für die Gemiſche von ſolchem Alkohol und Waſſer aus Verſuchen entworfen:

Specifiſches Gewicht	des Gemiſches aus	
0,791	100 Theile Alkohol	0 Theile Waſſer
0,794	99 — — — —	1 — — — —
0,797	98 — — — —	2 — — — —
0,800	97 — — — —	3 — — — —
0,803	96 — — — —	4 — — — —
0,805	95 — — — —	5 — — — —
0,808	94 — — — —	6 — — — —
0,811	93 — — — —	7 — — — —
0,813	92 — — — —	8 — — — —
0,816	91 — — — —	9 — — — —
0,818	90 — — — —	10 — — — —
0,821	89 — — — —	11 — — — —
0,823	88 — — — —	12 — — — —
0,826	87 — — — —	13 — — — —
0,828	86 — — — —	14 — — — —
0,831	85 — — — —	15 — — — —
0,834	84 — — — —	16 — — — —
0,836	83 — — — —	17 — — — —
0,839	82 — — — —	18 — — — —
0,842	81 — — — —	19 — — — —
0,844	80 — — — —	20 — — — —
0,847	79 — — — —	21 — — — —
0,849	78 — — — —	22 — — — —
0,851	77 — — — —	23 — — — —
0,853	76 — — — —	24 — — — —
0,856	75 — — — —	25 — — — —
0,859	74 — — — —	26 — — — —
0,861	73 — — — —	27 — — — —
0,863	72 — — — —	28 — — — —
0,866	71 — — — —	29 — — — —
0,868	70 — — — —	30 — — — —
0,870	69 — — — —	31 — — — —
0,872	68 — — — —	32 — — — —
0,875	67 — — — —	33 — — — —
0,877	66 — — — —	34 — — — —
0,880	65 — — — —	35 — — — —
0,882	64 — — — —	36 — — — —
0,885	63 — — — —	37 — — — —

0,887

0,887	62 —— ——	38 —— ——
0,889	61 —— ——	39 —— ——
0,892	60 —— ——	40 —— ——
0,894	59 —— ——	41 —— ——
0,896	58 —— ——	42 —— ——
0,899	57 —— ——	43 —— ——
0,901	56 —— ——	44 —— ——
0,903	55 —— ——	45 —— ——
0,905	54 —— ——	46 —— ——
0,907	53 —— ——	47 —— ——
0,909	52 —— ——	48 —— ——
0,912	51 —— ——	49 —— ——
0,914	50 —— ——	50 —— ——
0,917	49 —— ——	51 —— ——
0,919	48 —— ——	52 —— ——
0,921	47 —— ——	53 —— ——
0,923	46 —— ——	54 —— ——
0,925	45 —— ——	55 —— ——
0,927	44 —— ——	56 —— ——
0,930	43 —— ——	57 —— ——
0,932	42 —— ——	58 —— ——
0,934	41 —— ——	59 —— ——
0,936	40 —— ——	60 —— ——
0,938	39 —— ——	61 —— ——
0,940	38 —— ——	62 —— ——
0,942	37 —— ——	63 —— ——
0,944	36 —— ——	64 —— ——
0,946	35 —— ——	65 —— ——
0,948	34 —— ——	66 —— ——
0,950	33 —— ——	67 —— ——
0,952	32 —— ——	68 —— ——
0,954	31 —— ——	69 —— ——
0,956	30 —— ——	70 —— ——
0,957	29 —— ——	71 —— ——
0,959	28 —— ——	72 —— ——
0,961	27 —— ——	73 —— ——
0,963	26 —— ——	74 —— ——
0,965	25 —— ——	75 —— ——
0,966	24 —— ——	76 —— ——
0,968	23 —— ——	77 —— ——
0,970	22 —— ——	78 —— ——
0,971	21 —— ——	79 —— ——
0,973	20 —— ——	80 —— ——
0,974	19 —— ——	81 —— ——

0,976	18	----	----	82	----	----
0,977	17	----	----	83	----	----
0,978	16	----	----	84	----	----
0,979	15	----	----	85	----	----
0,980	14	----	----	86	----	----
0,981	13	----	----	87	----	----
0,983	12	----	----	88	----	----
0,985	11	----	----	89	----	----
0,986	10	----	----	90	----	----
0,987	9	----	----	91	----	----
0,988	8	----	----	92	----	----
0,989	7	----	----	93	----	----
0,991	6	----	----	94	----	----
0,994	5	----	----	95	----	----
0,995	4	----	----	96	----	----
0,997	3	----	----	97	----	----
0,998	2	----	----	98	----	----
0,999	1	----	----	99	----	----
1,000	0	----	----	100	----	----

Wenn ein Körper nicht durchaus gleichförmig dicht iſt, wie alle organiſche Körper und viele zuſammengeſetzte Körper, ſo muß eigentlich für einen jeden Theil insbeſondere das ſpecifiſche Gewicht erforſchet werden. Thut man dieß nicht, ſo findet man bloß ein mittleres ſpecifiſches Gewicht, dergleichen man am menſchlichen Körper unterſuchet hat. Denn einige Theile am menſchlichen Körper ſind ſchwerer, andere aber leichter, als dieſes Mittel. Uebrigens können ſelbſt die Theile eines zuſammengeſetzten Körpers ſpecifiſch ſchwerer, als das Waſſer ſeyn, und gleichwohl der Körper wegen ſeines Baues auf ſelbigem ſchwimmen, wie z. B. verſchiedene Arten von Hölzer. M. ſ. Schwimmen. Man muß alſo das ſpecifiſche Gewicht und die Dichtigkeit von dem ſpecifiſchen Gewichte und der Dichte des ganzen daraus zuſammengeſetzten Körpers wohl unterſcheiden.

M. ſ. *Muſſchenbroek* introductio ad philoſophiam naturalem Tom. II. §. 1330 ſeq. Gren Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 354 ſeq. Karſten Anfangsgründe der geſammten Mathematik. Greifsw. 1788. 8. S. 190 u. ſ.

Schwer-

Schwererde, Schwerſpatherde (terra ponderoſa, barytes, terre pondereuſe, baryte) iſt eine eigene von den übrigen einfachen Erden weſentlich verſchiedene Erde, welche mit Schwefelſäure verbunden den ſo genannten Schwerſpath macht. In der Natur wird ſie nie im reinen Zuſtande angetroffen. Gahn α) und Scheele β) haben ihre Eigenthümlichkeit und ihren Unterſchied von der Kalkerde erwieſen. Die reine Schwererde iſt weiß, fein und hat keinen merklichen Geſchmack. In den Gefäßen einer höhern Temperatur ausgeſetzet, wird ſie bläulich, und in einer ſehr hohen Temperatur ſchmelzt ſie. Im Waſſer löſet ſie ſich auf, erfordert aber zu einem Theile 900 Theile Waſſer. Dieſe Auflöſung im Waſſer reagirt auf Pflanzenfarben, wie das Kalkwaſſer, zieht aus der Luft wieder Kohlenſäure an, und die dadurch entſtandene kohlenſaure Schwererde fällt daraus nieder, nachdem ſie vorher auf der Oberfläche des Waſſers ein Häutchen gebildet hat. Indeſſen ſaugt die Schwererde die Kohlenſäure aus der Luft langſamer und in geringerer Menge ein, als die Kalkerde.

Man bereitet die reine Schwererde auf folgende Art: ein Theil reiner fein gepulverter Schwerſpath wird mit drey Theilen kohlenſaurer Potaſche vermiſcht, dieſe Miſchung in einen Schmelztiegel gebracht, und in einem gut ziehenden Windofen drey bis 4 Stunden roth geglühet. Daraus entſtehet eine Miſchung von kohlenſaurer Schwererde und ſchwefelſaurer Potaſche, welche in 20 Theilen Waſſer gekocht wird, um die ſchwefelſaure Potaſche aufzulöſen. Dieſe Auflöſung wird filtriret, und was auf dem Filtrum zurückbleibt, iſt kohlenſaure Schwererde, welche zu wiederholten Mahlen abgewaſchen wird. Da ſie noch mit etwas unzerlegter ſchwefelſaurer Schwererde verbunden iſt, ſo wird ſie in Kochſalzſäure aufgelöſet, die Auflöſung filtriret und bis zur Trockniß abgeraucht. Die zurückbleibende kochſalzſaure Schwer-

α) Bergmann's Anmerk. zu Scheffers chym. Vorleſ. §. 167.
β) Vom Braunſtein, in Schwed. Abhandl. 1774 u. in Crells neueſten Entdeck. Th. I. S. 113. 124. 133.

Schwererde wird ſo lange in einem Tiegel ausgeglühet, bis kein Dampf mehr aufſteiget, um das etwa damit vermiſchte kochſalzſaure Eiſen theils zu verflüchtigen, theils unauflösbar zu machen, das Magneſium unauflösbar zu machen, und das Spiesglanz zu verflüchtigen. Nach dem Ausglühen löſet man die kochſalzſaure Schwererde wieder im Waſſer auf, fällt die Schwererde durch Potaſche, wäſcht ſie ab, und löſet ſie bey einer höhern Temperatur wieder in ein wenig Kochſalzſäure auf, jedoch ſo, daß ein beträchtlicher Theil derſelben noch unaufgelöſet bleibt, um fremde, der Kochſalzſäure nicht ſo nahe verwandte, Erden deſto gewiſſer abzuſcheiden. Aus dieſer filtrirten Auflöſung wird endlich durch kohlenſaure Potaſche kohlenſaure Schwererde gefällt und abgewaſchen. Nachher vertreibt man die Kohlenſäure durch die Wärme, indem man die kohlenſaure Schwererde ſo lange ausglühet, bis ſie nicht mehr mit Säuren brauſet.

M. ſ. Girtanner Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin 1795. 8. S. 258. Gren ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. I. Halle 1794. 8. §. 398 u. f.

Schwerkraft ſ. Schwere.

Schwerpunkt, Mittelpunkt der Schwere (centrum grauitatis, centre de gravité) heißt derjenige Punkt eines feſten Körpers, welcher unterſtützet werden muß, wenn er in jeder Lage ruhen ſoll. Die wichtige Lehre vom Schwerpunkte feſter Körper gründet ſich auf die Lehre des Hebels. Setzt man nämlich einen mathematiſchen Hebel von erſter Art, und ſtellt ſich die Gewichte an den Enden beyder Arme angebracht vor, ſo findet alsdann der Unterſtützungspunkt eine Gewalt, welche der Summe beyder Gewichte gleich iſt, mithin wird es auch in Anſehung des Effektes einerley ſeyn, es mögen die beyden Gewichte an den Endpunkten der Arme des Hebels ſich befinden, oder auch im Ruhepunkte beyſammen ſeyn. Aus dieſem Grunde wird auch der Unterſtützungspunkt des Hebels der **gemeinſchaftliche Schwerpunkt** (centrum grauitatis commune) beyder Gewichte genennt.

Man findet daher den Schwerpunkt zweyer ſchwerer feſter Körper eben ſo, wie der Ruhepunkt des Hebels, der mit zweyen Gewichten beſchwert iſt, gefunden wird. M. ſ. Hebel.

Wenn an einer geraden unbiegſamen nicht ſchweren Linie (fig. 61.) die Gewichte p, q, r, ſ, t u. ſ. ſo viel als man will, hängen, ſo kann man zuerſt den gemeinſchaftlichen Schwerpunkt n von p und q ſuchen, und es iſt nun eben ſo gut, als wenn in der Linie m b die beyden Gewichte p und q in n beyſammen wären. Kommt nun zu den beyden Gewichten p und q das dritte r hinzu, ſo kann man annehmen, als wenn an der Linie m d nur zwey Gewichte, nämlich in n die Gewichte p + q und in d das Gewicht r hingen, mithin muß es nun einen gemeinſchaftlichen Schwerpunkt o dieſer beyden Gewichte geben. Kommt ferner hierzu das vierte Gewicht ſ, ſo wird dieß eben ſo viel ſeyn, als ob an der geraden Linie m e zwey Gewichte hingen, nämlich in o die Gewichte p + q + r und in e das Gewicht ſ, mithin wird abermahls ein Schwerpunkt y dieſer beyden Gewichte Statt haben müſſen. Kommt endlich noch das Gewichte t hierzu, ſo wird es wiederum für die Gewichte p + q + r + ſ in y und für t in f aufgehangen den gemeinſchaftlichen Schwerpunkt c geben, und dieſer wird folglich der gemeinſchaftliche Schwerpunkt aller an der Linie m f hangenden Gewichte p, q, r, ſ und t ſeyn. Dieſer Punkt läßt ſich ſehr leicht nach der Regel finden, welche unter dem Artikel, **Moment, ſtatiſches**, iſt gegeben worden.

Stellt man ſich nunmehr vor, der feſte Körper (fig. 62.) a b beſäße nur zwey ſchwere Elementartheilchen c und e, ſo muß es in der geraden gedenkbaren Linie c e einen gemeinſchaftlichen Schwerpunkt d für beyde Theile geben, und es iſt nun eben ſo viel, als wenn d allein ein ſchweres Element wäre, welches dem Gewichte beyder Elementartheilchen c und e gleich iſt. Kommt ein drittes ſchweres Elementartheilchen i hinzu, ſo gibt es für d und i in der geraden Linie d i den gemeinſchaftlichen Schwerpunkt f, ſo daß es eben ſo viel wäre,

als

als ob in dem Punkte f alle drey ſchwere Elemente e, c und i vereinbaret wären. Nimmt man ferner noch ein anderes ſchweres Element g an, ſo muß es abermahls einen gemeinſchaftlichen Schwerpunkt h geben, in welchem gleichſam die ſchweren Elemente c, e, i, g beyſammen wären. Dieſer Schluß gilt nun für jede Anzahl ſchwerer Elemente des Körpers a b auf die um Eins größere Anzahl. Da es nun in einem jeden feſten Körper allenthalben ſchwere Elementartheile gibt, welche alle zuſammen einen gemeinſchaftlichen Schwerpunkt beſitzen müſſen, ſo folgt es von ſelbſt, daß es in jedem feſten Körper einen Schwerpunkt gebe, in welchen man ſich gleichſam die ganze Maſſe des Körpers vereint vorſtellen kann.

Wenn eine Ebene den feſten Körper durch ſeinen Schwerpunkt ſchneidet, ſo heißt dieſe eine **Schwerebene** (planum grauitatis), und eine gerade Linie durch den Schwerpunkt, welche folglich ganz in der Schwerebene liegt, ein **Durchmeſſer der Schwere** (diameter grauitatis). Hieraus iſt leicht zu begreifen, daß der gemeinſchaftliche Durchſchnittspunkt zweyer Durchmeſſer der Schwere der Schwerpunkt des Körpers ſey. Wäre der feſte Körper ein Körper von durchaus gleichförmiger Dichte, ſo würde diejenige Ebene, welche den körperlichen Raum deſſelben in zwey gleich große Hälften theilet, zugleich die Schwerebene des Körpers ſeyn. Auch werden drey Schwerebenen, die ſich einander ſchneiden, den Schwerpunkt des feſten Körpers beſtimmen.

Wird alſo die Vorausſetzung angenommen, daß von gleichförmig dichten Körpern die Rede ſey, ſo laſſen ſich folgende Sätze in Rückſicht der Beſtimmung des Schwerpunktes ſehr leicht überſehen:

1) Ein jeder Schnitt durch den Mittelpunkt einer Kugel iſt für ſie eine Schwerebene, und der Schwerpunkt einer Kugel iſt mit dem Mittelpunkte derſelben einerley.

2) Jeder Schnitt durch die Axe einer Walze iſt für ſie eine Schwerebene, ſo wie auch eine ſolche der mit den Grundflächen der Walze parallele Schnitt iſt, wenn er die Axe halbiret;

halbiret; folglich liegt der Schwerpunkt einer Walze in der Mitte der Axe.

3. Ein jeder Diagonalſchnitt eines Parallelepipedi iſt eine Schwerebene, und wenn man in jeder Grundfläche zwey Diagonallinien ziehet, ſo iſt die gerade Linie zwiſchen den Durchſchnittspunkten dieſer Diagonallinien ein Durchmeſſer der Schwere; denn dieß iſt die Durchſchnittslinie zweyer Diagonalſchnitte. Nennt man dieſe Linie die Axe des Parallelepipedi, ſo lieget dieſes Körpers Schwerpunkt in der Mitte ſeiner Axe.

Im mathematiſchen Sinne gibt es in der Natur eigentlich keine ſchwere Linien und keine ſchweren Ebenen. Wenn aber eine Maſſe nach ihrer Länge in Form eines Cylinders oder Prisma, wie z. B. beym Drahte gleichförmig vertheilet iſt, ſo kann man ſie als eine ſchwere Linie anſehen, deren Schwerpunkt in der Mitte liegt. Nimmt man ferner ſehr dünne Körper von überaus kleinen Höhen, ſo kann man ſie als ſchwere Ebenen betrachten, welche alſo auch einen gemeinſchaftlichen Schwerpunkt beſitzen müſſen. So wird der Mittelpunkt eines ſchweren Kreiſes von gleichförmiger Dichtigkeit mit dem Schwerpunkte deſſelben einerley ſeyn.

Laſſen ſich Figuren oder Körper in unendlich kleine Abſchnitte zerlegen, deren Schwerpunkte alle in einer geraden Linie liegen, wie z. B. das Dreyeck (fig. 63) abc, oder der Kegel (fig. 64) abc, in Elemente, wie efgh, zerleget werden können, deren Schwerpunkte p in der geraden Linie bd liegen, ſo läßt ſich der Ort des Schwerpunktes i aus der unter dem Artikel, **Moment, ſtatiſches,** gegebenen Regel finden, nach welcher bi gleich iſt der Summe aller Momente der Theile um b, dividiret durch die Summe aller Gewichte der Theile, wenn man nur die Summe aller dieſer unendlich vielen Momente angeben kann. Noch ehe die Kunſtgriffe der höhern Mathematik bekannt waren, mußte man dieß auf ſehr mühſamen Wegen ſuchen, wie man beym

Valerius α), Wallis β) und Caſatus γ) ſehen kann. Seitdem aber dieſe ſind entwickelt worden, ſo laſſen ſich auch auf dieſem Wege die Schwerpunkte ſolcher Figuren oder Körper ſehr leicht finden. In dem Dreyecke (fig. 63) abc ſey bk ſenkrecht auf ac, bl = x, und das dazu gehörige eh = y, ſo iſt nun lm = dx, und das Element efgh = ydx. Da ſich nun bey gleichförmiger Dichte die Gewichte wie die Volumen verhalten, ſo ſtellt auch das Element efgh zugleich das Gewicht dieſes Elementes vor; das ſtatiſche Moment deſſelben um den Punkt b iſt nun das Produkt dieſes Gewichtes in die Entfernung bp, mithin = bp . ydx; folglich die Summe aller Elemente von b bis eh = ∫. bp . ydx. Wenn man nun aus der Beſchaffenheit der Figur die Werthe von bp und y durch x ausdrücket, ſo kann man dieſe Summe durchs Integriren finden, welche, wenn man x = bk annimmt, die Summe aller Momente der ganzen Figur gibt. Die Summe aller Gewichte wird durch das Volumen oder den Inhalt der ganzen Figur ausgedrücket; dividiret man daher die Summe jener Momente durch die Summe dieſer Gewichte, ſo erhält man die Entfernung bi des Schwerpunktes i von dem Scheitel b. Dieſes ganze Verfahren iſt das nämliche für den Körper fig. 64. nur daß hier eh eine Fläche wird, da es fig. 63. eine Linie war.

In dem Dreyecke (fig. 63) abc hat man x : bk = y : ac, und auch x : bp = bk : bd. Setzt man nun ac = ν . bk, und kd = μ . bk, ſo hat man y = νx, und bp = μx, folglich ∫. bp . ydx = ∫. $\nu\mu x^2 dx$. Integriret man nun dieſen Ausdruck ſo, daß das Integral verſchwindet, wenn x = o iſt, ſo wird die Summe der Momente von beh = $\frac{1}{3}\nu\mu x^3$, und vom ganzen Dreyecke abc = $\frac{1}{3}\nu\mu . bk^3$. Nun iſt der Inhalt des Dreyecks abc = $\frac{1}{2}$ ac . bk = $\frac{1}{2}\nu . bk^2$; dieß in die Summe der Momente dividiret, gibt bi = $\frac{2}{3}\mu . bk = \frac{2}{3}$ bd. Es liegt alſo der Schwerpunkt

α) *Lucae Valerii* de centro grauitatis ſolidorum liber. Bonon. 1661. 4.
β) Mechanica P. II. in opp. Tom. I.
γ) Mechanica. Lugdun. 1684. 4.

punkt des Dreyecks in der Linie bd ſo, daß er um zwey Drittheil derſelben von der Spitze b, oder ein Drittel von dem Punkte d in der Grundlinie entfernt iſt. Wenn man aus den Hälften der Seitenlinien des Dreyecks nach den entgegengeſetzten Winkeln gerade Linien ziehet, ſo durchſchneiden ſich dieſe genau in dem Schwerpunkte, woraus alſo ein ſehr leichtes Verfahren erhellet, den Schwerpunkt eines Dreyeckes durch Zeichnung zu finden.

Für den Kegel (fig. 64) abc iſt $bp = x$ und $y =$ der Kreisfläche vom Halbmeſſer ph. Setzt man nun $dc = v . bd$, ſo wird auch $ph = v . bp = v . x$, mithin $y = \pi v^2 x^2$; daraus findet man alſo $\int . bp . y dx = \int . \pi v^2 x^3 dx$. Integriret man nun dieſen Ausdruck ſo, daß er verſchwindet, wenn $x = o$ wird, ſo findet man die Summe der Momente von $beh = \frac{1}{24} v^2 \pi x^4$, und für den ganzen Kegel $abc = \frac{1}{4} v^2 \pi . bd^4$. Der Inhalt des Kegels iſt $= \frac{1}{3} \pi . dc^2 . db = \frac{1}{3} \pi v^2 . db^3$. Dividiret man endlich dieß in die Summe der Momente, ſo ergibt ſich $bi = \frac{3}{4} . bd$ d. h. der Schwerpunkt des Kegels liegt in der Axe ſo, daß er um drey Viertel derſelben von der Spitze b, und von dem Mittelpunkte der Grundfläche um $\frac{1}{4}$ entfernet iſt.

Für eine Halbkugel, deren Halbmeſſer $= \varrho$, iſt $bp = x$, und y der Flächeninhalt eines Kugelſchnittes vom Halbmeſſer $\sqrt{(2 \varrho x - x^2)}$, folglich $y = \pi (2 \varrho x - x^2) = 2 \pi \varrho x - \pi x^2$. Daraus ergibt ſich $\int . bp . y dx = \int . bp (2 \pi \varrho x dx - \pi x^2 dx) = \int . (2 \pi \varrho x^2 dx - \pi x^3 dx)$. Dieß ſo integrirt, daß es für $x = o$ verſchwindet, gibt die Summe der Momente für $beh = \frac{2}{3} \pi \varrho x^3 - \frac{1}{4} \pi x^4$, und für die Halbkugel, wo $x = \varrho$ iſt, $= \frac{2}{3} \pi \varrho^4 - \frac{1}{4} \pi \varrho^4 = \frac{5}{12} \pi \varrho^4$. Der Inhalt der Halbkugel beträgt $\frac{2}{3} \pi \varrho^3$, und dieſer in jene Summe dividiret gibt den Quotienten $\frac{5}{8} \varrho$ d. h. der Schwerpunkt der Halbkugel ſteht um $\frac{5}{8}$ des Halbmeſſers vom Scheitelpunkte und um $\frac{3}{8}$ vom Mittelpunkte ab.

Auch läßt ſich der Schwerpunkt eines Körpers durch Verſuche beſtimmen; rückt man nämlich den Körper auf einer Schärfe ſo lange hin und her, bis er auf ſelbiger ruhet, oder

auf keiner von beyden Seiten niederfällt, ſo liegt nun ſein Schwerpunkt in der Schwerebene, in welcher auch die Schärfe liegt. Ein anderer Verſuch, bey welchem man andere Stellen des Körpers auf die Schärfe bringt, gibt eine andere Schwerebene, welche ſich mit jener in einem Durchmeſſer der Schwere ſchneidet. Ein dritter Verſuch endlich beſtimmt eine dritte Schwerebene, welche ſich mit jenem Durchmeſſer der Schwere im Schwerpunkte ſelbſt ſchneidet. Eine andere Methode, den Schwerpunkt des feſten Körpers zu finden, iſt dieſe: man hänge den Körper an einem Faden auf, ſo geht die Richtung des Fadens verlängert durch den Schwerpunkt, und beſtimmt daher einen Durchmeſſer der Schwere; wird hiernächſt der Körper an einer andern Stelle abermahls an einem Faden aufgehangen, ſo wird hierdurch ein anderer Durchmeſſer der Schwere beſtimmt, und der Schwerpunkt liegt da, wo beyde Durchmeſſer der Schwere ſich ſchneiden.

Uebrigens gibt es eine Menge von Körpern, deren Schwerpunkt nicht in die Maſſe derſelben, ſondern in eine Stelle fällt, welche keine zu den Körpern gehörige Materie beſitzet. Auf ſolche Art haben hohle Ringe, hohle Kugeln, hohle Kegel, Trichter, hohle Gefäße und dergleichen ihre Schwerpunkte nicht in der Maſſe dieſer Körper, ſondern irgendwo in einer Stelle, welche von der zu dieſen Körpern gehörigen Materie leer iſt, wie z. B. Ringe von gleichförmig dichter Materie im Mittelpunkte derſelben u. ſ. w.

Ein jeder feſter Körper, welcher in ſeinem Schwerpunkte unterſtützet iſt, ſo daß er ſich zwar um denſelben frey drehen, ſonſt aber nicht weichen kann, muß in jeder Lage ruhen, wie z. B. eine Magnetnadel, die in ihrem Schwerpunkte auf einer lothrechten Spitze horizontal lieget. Das, was den Schwerpunkt hält, leidet einen eben ſo großen Druck, als wenn das Gewicht des ganzen Körpers, oder welches einerley iſt, die Summe der Gewichte aller einzelnen Theile deſſelben in dem einzigen Schwerpunkte vereiniget wäre, und die übrigen Theile gar kein Gewicht beſäßen.

Wenn

Wenn aber der Körper nicht im Schwerpunkte, ſondern in einem andern Punkte unterſtützet wäre, ſo kann er auch in keiner andern Lage ruhen, als wenn der unterſtützte Punkt mit dem Schwerpunkte in einer Vertikallinie liegt; im entgegengeſetzten Falle nämlich wird nach allen Seiten um den Unterſtützungspunkt kein Gleichgewicht Statt haben, der Schwerpunkt, in welchem gleichſam die Materie des Körpers vereint iſt, wird herabſinken, und dadurch den Körper bewegen. Kann alsdann der Körper nicht weiter ausweichen, ſondern nur um den befeſtigten Punkt drehen, ſo wird ſein Schwerpunkt einen Kreisbogen um jenen Punkt beſchreiben, und nach verſchiedenen Schwingungen endlich in Ruhe kommen, welches letztere erſolget, wenn der Schwerpunkt unter dem Aufhängungspunkte genau in vertikaler Linie mit dieſem ſich befindet. Es kann alſo der Körper ſo lange nicht in Ruhe kommen, ſo lange ſein Schwerpunkt ſinkt; dieſer ſinkt aber ſo lange, bis er unter allen möglichen Stellen die niedrigſte eingenommen hat, ohne jedoch vorher zu ſteigen. Iſt der Körper unten hohl, wie der von außen durch eine Cylinderfläche, von innen durch eine Kegelfläche, begrenzte Körper afchb in der fig. 65. ſo kann der unterſtützte Punkt c höher liegen, als der Schwerpunkt g, und der Körper hängt gleichſam auf demjenigen, was ihn in c hält. In dieſem Zuſtande des Gleichgewichtes kann ſich der Körper nun leicht drehen, ohne daß ſein Schwerpunkt ſteiget. Weil dieß letztere wider die Natur des Schwerpunktes iſt, ſo iſt der Körper gegen das Herabfallen deſto mehr geſichert, je tiefer der Schwerpunkt unter dem unterſtützten Punkte lieget, und je größer das Gewicht des Körpers iſt. Hierin liegt der Grund, warum ein beladenes Schiff ſicherer ſtehet, als im entgegengeſetzten Falle.

Liegt der unterſtützte Punkt niedriger als der Schwerpunkt des Körpers, ſo verurſachet die allergeringſte Abweichung der geraden Linie zwiſchen dem unterſtützten Punkte und dem Schwerpunkte von der Vertikallinie, daß der Körper umfallen muß, wofern nicht andere Theile des Körpers im Wege

ſind, die es hindern. Wenn es alſo gleich an ſich möglich iſt, daß ein gerader Kegel auf ſeiner Spitze ruhen kann, wenn ſeine Axe vollkommen vertikal ſteht, ſo hätte er doch ſo unterſtützt einen ſehr unſichern Stand.

Eine Kugel kann auf einer wagrechten Ebene in jeder Lage ruhig liegen, weil die vertikale Linie durch ihren Schwerpunkt jederzeit die Stelle trifft, worin ſie die Ebene berühret; aber auch bey der geringſten Abweichung der Ebene von der horizontalen Lage kann die Kugel darauf nie ruhig liegen, weil alsdann die unterſte Stelle ihrer Oberfläche, wo die Vertikallinie durch den Schwerpunkt trifft, nicht unterſtützet iſt.

Sind zwey oder mehrere Punkte des Körpers, welche insgeſammt in gerader Linie liegen, unterſtützet, ſo muß die Ebene durch dieſe gerade Linie und den Schwerpunkt vertikal ſeyn, wofern der Körper ruhig liegen ſoll. Liegt der Schwerpunkt höher, als die unterſtützte Linie, wie wenn eine Seitenlinie eines Prisma oder einer Pyramide durch eine wagrechte Ebene unterſtützet wäre; ſo muß der Körper bey der geringſten Abweichung der Ebene durch den Schwerpunkt und die unterſtützte Linie von der vertikalen Stellung umfallen.

Wenn hingegen mehr als zwey Punkte des Körpers unterſtützet ſind, die nicht in gerader Linie liegen, ſondern die Winkelpunkte einer geradlinigten ebenen Figur ausmachen, wenn man ſie mit geraden Linien zuſammenziehet, wie wenn ein Tiſch auf drey oder vier Füßen ſtehet, ſo ſtehet der Körper auf einer wagrechten Ebene ruhig, wofern die Vertikallinie durch den Schwerpunkt eine Stelle der Ebene trifft, die innerhalb der Grenze jener Figur liegt; ſonſt muß er umfallen, weil alsdann nichts da iſt, das den Schwerpunkt unterſtützt. Dabey iſt es gleichgültig, ob der Körper ſelbſt eine ebene Grundfläche hat, womit er an die wagrechte Ebene anſchließt, die ihn trägt, oder nicht. Demnach kann ein ſchiefes Prisma, eine ſchiefe Pyramide, ein ſchiefer Cylinder oder Kegel, auf einer wagrechten Ebene alsdann nicht ruhig ſtehen bleiben, wenn die Stelle, wohin die Vertikal-

linie durch den Schwerpunkt trifft, außerhalb der Grundfläche dieſer Körper fällt.

Hieraus folgt noch weiter, daß ein Körper, der auf einer gegen den Horizont geneigten ſchiefen Ebene liegt, nicht umfallen kann, wenn die Vertikallinie durch ſeinen Schwerpunkt innerhalb der Grundfläche deſſelben fällt, er wird bloß hinabglitſchen, wofern dieß die Friktion nicht hindert. Fällt hingegen die Vertikallinie durch den Schwerpunkt des Körpers außerhalb der Grundfläche, ſo wird der Körper umſchlagen, und ein runder wird herabrollen.

Der Inhalt der Flächen oder der Körper, welche durch Umdrehung einer Linie oder einer Fläche entſtehen, iſt gleich dem Produkte der erzeugenden Linie oder Fläche in den Weg, welchen der Schwerpunkt dieſer Linie oder der Fläche bey der Entſtehung zurückleget. Guldin gründete auf dieſe Regel eine Methode, den Inhalt der Figuren und Körper zu finden. M. ſ. Centrobaryſch. Leibnitz [α]) fand, daß dieſer Satz auch auf Flächen anwendbar ſey, welche durch Abwickelung krummer Linien erzeuget werden. Von beyden Regeln hat Varignon [β]) einen ausführlichen Beweis gegeben.

Wenn Körper, die ſonſt in Ruhe ſind, durch andere beſchleunigende Kräfte, welche nach parallelen Richtungen in einen jeden Theil der Maſſe wirken, in Bewegung verſetzet werden ſollen, wie z. B. auf einer Ebene ruhende Körper durch einen Stoß, ſo laſſen ſich hier noch die nämlichen Schlüſſe in Rückſicht des Schwerpunktes dieſer Körper gebrauchen, wie bey der Einwirkung der Schwere auf die Körper. Die meiſten Phyſiker wollen nur dieſen Punkt nicht Schwerpunkt, ſondern lieber Mittelpunkt der Maſſe nennen, weil durch den Widerſtand der Unterſtützung die Schwere völlig aufgehoben ſey, und die Körper bloß wegen der Trägheit der ankommenden Kraft entgegen wirken. M. ſ. Mittelpunkt der Schwere. Allein es iſt unmöglich, daß ein

α) Acta eruditor. Lipſienſ. 1695. p. 493.
β) Mémoir. de l'Academ. roy. des ſcienc. de Paris 1714. p. 78–123.

ein Körper bloß, weil er träge iſt, einer Kraft entgegen wirken könne. M. ſ. Gegenwirkung, Trägheit.

Beweget ſich ein Syſtem von Maſſen in einerley geraden Linie oder in Parallellinien, ſo beweget ſich der gemeinſchaftliche Schwerpunkt aller Maſſen in eben der Linie oder auch mit paralleler Richtung, oder er ruhet, und die Summe aller Bewegungen (nach einerley Seite mit +, nach der entgegengeſetzten mit — bezeichnet) iſt gleich der Bewegung des mit der Summe aller Maſſen bewegten Schwerpunktes (nach der poſitiven Seite zu betrachtet). Man findet alſo die Geſchwindigkeit des Schwerpunktes, wenn man die Summe aller Größen der Bewegung durch die Summe aller Maſſen dividiret. Wären die Bewegungen nicht parallel, ſo läßt ſich eine jede nach parallelen Richtungen zerlegen, und die Bewegung des Schwerpunktes durch Zuſammenſetzung der Theile ſuchen, welche Methode von d'Alembert *) ſehr oft gebrauchet wird.

Wenn ein Syſtem von Körpern frey d. i. an keinen feſten Punkt, um welchen es ſich drehen müßte, gebunden iſt, ſo wird durch die Ruhe oder Bewegung ſeines Schwerpunktes nichts in den Wirkungen der Maſſen auf einander ſelbſt geändert; die Maſſen wirken wie ruhende, und das ganze Syſtem beweget ſich eben ſo, wie ſich ſein Schwerpunkt beweget.

Auf die Lehre vom Schwerpunkte gründen ſich eine große Menge von Phänomenen. So wird ein jeder Körper deſto ſicherer ſtehen, je größer die Grundfläche iſt, womit er an das, was ihn unterſtützet, anſchließt. Es wird daher der Menſch auf beyden Füßen einen ſicherern Stand haben, als auf einem, weil im erſtern Falle die Vertikallinie durch den Schwerpunkt auf eine größere Grundfläche, als im andern fällt. Aus eben dem Grunde wird der Stand des Menſchen noch ſicherer ſeyn, wenn er die Füße gerade vorwärts kehret, als wenn er ſie zur Seite richtet; denn im letztern Falle würde die Vertikallinie durch den Schwerpunkt ſchon

*) Traité de dynamique. Paris 1752. 4.

ſchon außerhalb der Grundfläche der Füße fallen, wenn ſich der Menſch nur etwas mit dem obern Körper vorwärts biegt. Die vierfüßigen Thiere hingegen ſtehen auf einer größern Grundfläche, mithin weit ſicherer als der Menſch. So bald der Menſch mit einem Fuße vorwärts ſchreitet, ſo bieget ſich auch zugleich der obere Theil des Körpers nach dieſer Seite hin, und die Vertikallinie des Schwerpunktes fällt nun außerhalb der Grundfläche des noch ruhenden Fußes, folglich müßte der Menſch fallen, wenn nicht zu gleicher Zeit der andere Fuß wieder unter den Schwerpunkt lothrecht gebracht würde. Es ſind alſo Gehen, Laufen und Springen ein beſtändig erneuertes und wieder unterbrochenes Fallen.

Beym Tragen ſchwerer Laſten fällt der gemeinſchaftliche Schwerpunkt des Körpers und der Laſt weiter vom Körper ab nach der Gegend zu, wo die Laſt iſt. Daher beugt oder ſtreckt der Träger den obern Theil des Körpers oder auch andere Theile deſſelben nach der entgegengeſetzten Seite, um den Schwerpunkt in ſeine vorige Stelle wieder zurück zu bringen. Hierin liegt der Grund, warum der Träger, der die Laſt auf dem Rücken hat, ſich vorwärts biegt, rückwärts, wenn er ſie vor ſich hat; warum er den linken Arm ausſtrecket, wenn die Laſt am rechten Arme hängt u. ſ. w.

Ueberhaupt muß bey jeder andern Stellung des Körpers, bey welcher die Vertikallinie durch den Schwerpunkt außerhalb der unterſtützten Grundfläche fällt, auch die Stellung der Füße geändert werden, damit der Schwerpunkt eine neue Unterſtützung erhält. So ſetzt derjenige, welcher ſich bückt, um etwas aufzuheben, den einen Fuß vorwärts, oder er ſtreckt ihn hinterwärts, um dem vorwärts gebogenen Leibe ein Gegengewicht zu geben, deſſen Moment den Schwerpunkt gerade über dem feſtſtehenden Fuße zurückhält. Eine ſitzende Perſon, deren Schwerpunkt von den Füßen nicht unterſtützet iſt, kann nicht aufſtehen, wenn ſie nicht entweder die Füße zurückbringt, oder den Oberleib ſchnell vorbeuget, damit der Schwerpunkt lothrecht über die Füße zu liegen komme. Alles dieß lehret die Erfahrung und Ge-

wohnheit, wenn auch die mechaniſchen Gründe hiervon unbekannt bleiben. Umſtändlichere Nachricht von allem dieſen findet man beym Borelli [α]), Leupold [β]), Deſaguliers [γ]) und Wiedeburg [δ]).

Alle Künſte der Balançeurs, Aequilibriſten und Seiltänzer gründen ſich auf die Lehre vom Schwerpunkte. Dieſe haben nämlich durch Uebung eine Fertigkeit erlanget, den Schwerpunkt beſtändig unter einer ſehr kleinen Grundfläche zu erhalten. Sobald ſie fühlen, daß ſich der Schwerpunkt nach der einen Seite hin neiget, und mithin der Körper umfallen müßte, ſo bringen ſie auch ſogleich, noch ehe er fallen kann, die Grundfläche wieder lothrecht unter ſelbigen; daher die unaufhörliche Bewegung, die man bey ſolchen Künſtlern wahrnimmt. Indeſſen ſind ſchwere und hohe feſte Körper viel leichter, als kurze und leichte, zu balançiren; denn bey ſehr ſchweren Körpern fühlt man die Stelle des Schwerpunktes ſehr deutlich, und bey hohen Körpern würde der Schwerpunkt beym Fallen einen Bogen vom größern Halbmeſſer beſchreiben und langſamer umſchlagen, daher der Balançeur Zeit genug gewinnt, die Baſis wieder lothrecht unter den Schwerpunkt zu bringen, noch ehe er umſchlagen kann. Daher iſt es ungemein leicht, Körper, in welchen der Schwerpunkt ſehr hoch lieget, zu balançiren, ſo wie auch außerordentlich ſchwere Körper, wenn der Balançeur nur Stärke genug dazu hat. Im Gegentheil wird das Balançiren eines ſehr leichten Körpers z. B. eines Strohhalmes für ein Kunſtſtück gehalten.

Die Seiltänzer helfen ſich mit dem ſehr feinen Gefühle vom Schwerpunkte ihres eigenen Körpers. Die Balancirſtange an beyden Enden mit Bley ausgegoſſen dienet den gemeinſchaftlichen Schwerpunkt der Stange und des Körpers, wenn es nöthig, nach der einen oder der andern Seite zurück zu bringen, nachdem die Stange in den Händen verſchoben

α) De motu animalium. Lugd. Batavor. 1720. 4.
β) Theatrum ſtaticum. Tab. I et II.
γ) Courſe of experimental philoſ. Lect. II. §. 44.
δ) Mathematik für Aerzte. Jena. 8.

ſchoben oder in ſchiefe Richtungen gebracht wird. Dieſe Stangen leiſten dem Seiltänzer deſto größere Dienſte, je länger und je ſchwerer ſie ſind. In Ermangelung der Stangen helfen ſich die Seiltänzer mit der Ausſtreckung der Arme, und überhaupt mit unaufhörlicher Bewegung.

Man kann Körper ſo mit einander verbinden und unterſtützen, daß man meinen ſollte, ſie fielen herab, und ſtehen gleichwohl feſt. Dieß geſchieht z. B. wenn ein ſehr leichter Körper mit einem ſehr ſchweren ſo zuſammen gefüget iſt, daß der gemeinſchaftliche Schwerpunkt von beyden bey aufrechter Stellung des Ganzen niedriger als der Unterſtützungspunkt liegt. Dergleichen Körper nehmen durch ihr eigenes Gewicht eine ſolche Stellung an, daß der Schwerpunkt lothrecht unter den unterſtützten Punkt kommt, da ſie alsdann ruhig ſtehen. Auf ſolche Art verfertiget man einen kleinen Seiltänzer von Holz, an welchem zwey gebogene Drähte mit Bleykugeln ſtecken. Der gemeinſchaftliche Schwerpunkt fällt gerade unter die Füße des Tänzers in die Luft, daher er ſich auf einem ausgeſpannten Faden von ſelbſt aufrecht ſtellet, und in dieſer Stellung erhält. Mehrere ſolche Spielwerke beſchreiben Schwenter [α]) und Leupold [β]). Auch gehören noch hierher die kleinen Männchen von Kork unten mit Bley, welche von ſelbſt ſich aufrichten, wenn ſie nieder gelegt, oder auf den Kopf geſtellet werden, weil ihr Schwerpunkt im Stehen niedriger liegt, als im Liegen, und dieſe tiefere Stelle erreichen kann, ohne vorher ſteigen zu dürfen.

So ſcheinen auch die hangenden Thürme zu Bologna und Piſa einzuſtürzen, ob ſie gleich wegen der guten Verbindung ihrer Theile, und weil die Vertikallinie durch den Schwerpunkt auf die Grundfläche derſelben fällt, ſehr feſte ſtehen. Caſatus berechnet den zu Piſa, und glaubt, er ſey mit Fleiß ſo gebauet worden [γ]), welches von beyden La-

bat

α) Mathematiſche Erquickſtunden. B. I. Th. 9. Aufg. 5. 6. 7.
β) Theatrum ſtaticum univerſale. Tab. I. fig. 18.
γ) Mechanica. I. c. 9.

hat α) und de la Lande β) behaupten; hingegen nimmt de la Condamine γ) an, ſie hätten ſich geneiget.

Wenn man eine ſolche Vorrichtung machen kann, daß eine flüſſige Materie z. B. Queckſilber, in der Höhlung eines Körpers aus einem Theile nach und nach in den andern läuft, und der Körper Gelenke beſitzet, welche ihn beym Umfallen in gewiſſe Stellungen verſetzen und beſtimmte Theile von ihm auf neue Unterſtützungspunkte bringen, ſo wird er allerley Poſituren annehmen, und von einem Orte zum andern fallen, je nachdem ſich der Schwerpunkt des Ganzen in dieſem oder jenem Theile befindet. Hierauf beruhet die Einrichtung der Puppe, welche von einer Treppe herabpurzelt, und als eine chineſiſche Erfindung von Muſſchenbroek δ) beſchrieben wird.

Auch die Erſcheinung des doppelten Kegels und der Walze, welche auf der ſchiefen Ebene hinauf zu rollen ſcheinen, gründet ſich auf die Lehre vom Schwerpunkte. Die Friktion nämlich verurſachet, daß dieſe Körper von der ſchiefen Ebene nicht herabgleiten können, durch den wirklichen Fall des Schwerpunktes aber ſcheinen ſie ſich aufwärts zu bewegen. M. ſ. Schiefe Ebene.

M. ſ. *Muſſchenbroek* introductio ad philoſophiam naturalem Tom. I. §. 373 ſeq. Karſten Anfangsgründe der mathematiſchen Wiſſenſchaften. B. II. Greifsw. 1780. 8. Statik. Abſchnitt IV. Deſſen Lehrbegriff der geſammten Mathematik. Th. IV. Greifsw. 1769. 8. Abſchnitt XIII.

Schwerſpath ſ. Schwererde.

Schwimmen (innatare ſ. inſidere fluido, natare, flotter, nager). Man ſagt, daß ein Körper auf einer flüſſigen Materie ſchwimme (innatare fluido, flotter), wenn er in dieſer nicht ganz unterſinkt, ſondern auf derſelben Oberfläche bleibt, und mit einem kleinern oder größern Theile über ſelbige hervorraget. Die Ausdrücke natare, nager werden

α) Voyage d'Eſpagne et d'Italie. Tom. II. chap. 5.
β) Voyage d'un François en Italie 1769. 8. Vol. II. p. 18 et p. 482.
γ) Memoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1757. p. 347.
δ) Introduct. ad Philoſ. natur. Tom. I. §. 508.

werden eigentlich nur vom Schwimmen lebender Menſchen oder Thiere gebrauchet, wobey gewiſſe Bewegungen derſelben nothwendig erforderlich ſind, um ſich auf der Oberfläche der flüſſigen Materie zu erhalten, und ſich von einer Stelle zur andern fort zu bewegen. Die übrigen Ausdrücke werden ſowohl von lebloſen als auch von lebenden Körpern gemeinſchaftlich gebrauchet.

Es iſt bereits unter dem Artikel, **Gleichgewicht**, gezeiget worden, daß ein Körper auf dem Waſſer nur alsdann ſchwimmen könne, wenn ſein ganzes Gewicht weniger wiegt, als ein Theil Waſſers, welcher mit dem ſchwimmenden Körper einen gleich großen körperlichen Raum einnimmt. Ein ſolcher Körper aber, welcher mit einem andern von gleichem Umfange weniger wiegt, heißt ſpecifiſch leichter, als dieſer Körper. M. ſ. **Schwere, ſpecifiſche.** Daraus erhellet alſo, daß alle diejenigen Körper, welche auf einer flüſſigen Materie ſchwimmen, ſpecifiſch leichter ſind als die flüſſige Materie. So ſchwimmen alſo z. B. alle Körper auf dem Waſſer, deren ſpecifiſches Gewicht in den gewöhnlichen Tabellen kleiner als 1,000, und alle auf dem Queckſilber, deren ſpecifiſches Gewicht kleiner als 14,000 angegeben wird. Auf dem Waſſer ſchwimmen alſo der Kork, die meiſten Holzarten, das Eis, die Fette, und auf dem Queckſilber alle feſte Körper außer Gold und Platina.

Der auf dem Waſſer ſchwimmende Körper (fig. 66.) e f g h muß ſich in ſelbigem ſo tief eintauchen, bis die aufwärts treibende Kraft des Waſſers gerade ſo groß iſt, als das Gewicht des ganzen Körpers beträgt. Dieſe Kraft aber iſt jederzeit dem Gewichte des aus der Stelle verdrängten Waſſers gleich, welches vorher durch die hebende Kraft des andern Waſſers getragen wurde, daher tauchet ſich der feſte Körper durch ſein Gewicht ſo tief ein, bis das Gewicht derjenigen Menge vom Waſſer, welche mit dem eingetauchten Theile i f g k des feſten Körpers einerley Raum einnimmt, dem ganzen Gewichte des feſten Körpers gleich iſt. M. ſ. **Gleichgewicht** (Th. II. S. 784.).

Der

Die ſpecifiſchen Gewichte zweyer gleichförmig dichten Körper verhalten ſich wie die Quotienten ihrer Gewichte durch ihre Räume dividiret (m. ſ. Schwere, ſpecifiſche,); mithin, wenn ihre Gewichte gleich ſind, umgekehrt wie ihre Räume. Weil nun die Gewichte des Körpers im Raume e f g h, und des Waſſers im Raume i f g k gleich ſind, ſo folgt, daß das ſpecifiſche Gewicht des feſten Körpers ſich zum ſpecifiſchen Gewichte des Waſſers verhält, wie die Größe des eingetauchten Theils zu der ganzen Größe des feſten Körpers. Z. B ein feſter Körper tauche ſich im Waſſer nur bis zur Hälfte ein, ſo hat man daraus das Verhältniß der ſpecifiſchen Gewichte wie 2 : 1, folglich beträgt das Gewicht des feſten Körpers in Vergleichung mit dem des Waſſers = $\frac{1}{2}$ des letztern.

Wird ein und der nämliche Körper in zweyen verſchiedenen flüſſigen Materien eingetauchet, ſo wird er ſich in beyden auf verſchiedene Größen einſenken, und es werden ſich alsdann die ſpecifiſchen Gewichte beyder flüſſiger Materien zu einander verhalten umgekehrt, wie die eingetauchten Theile. Man ſetze nämlich, ein feſter Körper tauche ſich im Waſſer, deſſen ſpecifiſches Gewicht = γ iſt, im Raume p, und in einer andern flüſſigen Materie, deren ſpecifiſches Gewicht = g, im Raume q ein, ſo hat man, wenn noch das ſpecifiſche Gewicht des feſten Körpers = G, und ſeine ganze Größe = P geſetzet wird

$$\gamma : G = P : p$$
$$G : g = q : P$$

mithin $\gamma : g = q : p$

Hierauf beruhen die Methoden, die ſpecifiſchen Gewichte verſchiedener flüſſiger Materien durch Einſenkung ſchwimmender Körper zu unterſuchen, wovon der Artikel, Aräometer, handelt.

Aus dieſen Betrachtungen läßt ſich auch noch leicht einſehen, daß ein und der nämliche Körper in einer leichten flüſſigen Materie ſich tiefer einſenken müſſe als in einer ſchwerern.

Es

Es iſt ferner leicht zu begreifen, daß man aus dem Gewichte des feſten Körpers und dem ſpecifiſchen Gewichte des Waſſers die Größe des eingetauchten Theils finden könne, ſo wie das ganze Gewicht des Körpers aus der Größe des eingetauchten Theils nebſt dem ſpecifiſchen Gewichte des Waſſers; im erſten Falle nämlich dividiret man das ganze Gewicht des Körpers durch das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers, der Quotient iſt die Größe des eingetauchten Theils; im andern Falle aber multipliciret man das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers mit der Größe des eingetauchten Theils.

Es iſt jedoch eben nicht nothwendig, daß der feſte Körper, der vom Waſſer getragen werden ſoll, gleichförmig dichte ſeyn müſſe. Man kann auch zwey oder mehrere feſte Materien, wovon einige ſpecifiſch ſchwerer, andere ſpecifiſch leichter, als Waſſer, ſind, ſo mit einander verbinden, daß der zuſammengeſetzte Körper noch vom Waſſer getragen wird. Ja man iſt ſogar vermögend, einem ſpecifiſch ſchwerern Körper als das Waſſer eine ſolche Geſtalt zu geben, daß er nicht unterſinke, wenn nämlich der eingetauchte Theil im Waſſer einen Raum einnimmt, welcher mit Waſſer ausgefüllt ſo ſchwer als das ganze Gewicht des Körpers iſt. Daher kommt es, daß hohle Körper auf dem Waſſer ſchwimmen, welche unterſinken würden, wenn ſie mit Waſſer angefüllet wären.

Geſetzt, es wäre das Gewicht eines feſten Körpers, der ſpecifiſch ſchwerer als das Waſſer iſt, $= p$, ſein ſpecifiſches Gewicht $= g$, und ſeine geometriſche Größe $= V$, ferner das ſpecifiſche Gewicht eines andern feſten Körpers, der ſpecifiſch leichter als das Waſſer iſt, $= G$, nnd ſeine geometriſche Größe $= v$, ſo läßt ſich leicht das Gewicht q von dieſem Körper finden, wenn ſie beyde zuſammen verbunden auf dem Waſſer eben ſo ſchwimmen ſollen, als ein gegebener Körper A vom ſpecifiſchen Gewichte h, der ſpecifiſch leichter als das Waſſer iſt. Es iſt nämlich klar, daß der aus beyden zuſammengeſetzte Körper eben ſo viel Gewicht beſitzen müſſe, als der Körper A, deſſen geometriſche Größe $= V + v$ iſt.

iſt. Nun hat man $V = \frac{p}{g}$ und $v = \frac{q}{G}$ (m. ſ. Schwere, ſpecifiſche), folglich $V + v = \frac{p}{g} + \frac{q}{G} = \frac{pG + qg}{gG}$, und das Gewicht des Körpers $A = (V + v)\,h = \frac{(pG + qg)\,h}{gG}$; dieſes ſoll aber $p + q$ ſeyn, demnach ergibt ſich die Gleichung

$$\frac{p \,.\, hG + q \,.\, h \,.\, g}{gG} = p + q,$$ und hieraus findet man

$$q = \frac{pG\,(g - h)}{g\,(h - G)}.$$

Exempel. Die ſpecifiſchen Gewichte des Bleyes und Waſſers ſind wie 11,325 : 1,000; die ſpecifiſchen Gewichte des Korkholzes und Waſſers wie 0,240 : 1,000, und des Tannenholzes und des Waſſers wie 0,550 : 1,000, man frägt wie viel Korkholz mit einem Klumpen Bley von 100 Pfund verbunden werden müſſe, damit es auf dem Waſſer eben ſo ſchwimmen könne, wie das Tannenholz. Es iſt hier alſo $p = 100$ Pfund, $g = 11{,}325$, $G = 0{,}240$ und $h = 0{,}550$, folglich findet man

$$q = \frac{100 \,.\, 0{,}24\,(11{,}325 - 0{,}55)}{11{,}325\,(0{,}55 - 0{,}24)}$$

$$= \frac{100 \,.\, 0{,}24 \,.\, 10{,}775}{11{,}325 \,.\, 0{,}31} = 70{,}8 \text{ Pfund}$$

alſo müßten 70,8 Pfund Korkholz mit 100 Pfund Bley verbunden werden, wenn der aus beyden zuſammengeſetzte Körper auf dem Waſſer eben ſo ſchwimmen ſoll, wie das Korkholz.

Auf dieſen Satz gründen ſich auch die Methoden, den Menſchen durch Kork, aufgeblaſene Blaſen, hohle Körper u. ſ. f. zu erleichtern. Der Gebrauch des Korks war ſchon den Alten bekannt, wie die Redensart, ſine cortice natare, beweiſet. In den neuern Zeiten haben Bachſtrohm

ſtrohm α) einen Schnürleib oder Waſſerhemde von Kork, und la Chapelle β) ein noch bequemeres Schwimmkleid von Kork vorgeſchlagen. Verſchiedene Vorſchläge, über Waſſer zu kommen, findet man beym Leupold γ) und Thevenot δ). Eine andere Einrichtung, ſich über Waſſer zu halten, hat Wagenſeil ε) angegeben; ſie beſtehet aus einem hohlen cylindriſchen hölzernen Kaſten, welcher um den Leib befeſtiget werden kann.

Um ſich eine rechte Idee vom Schwimmen der Menſchen zu machen, haben ſich verſchiedene Naturforſcher bemühet, das ſpeciſiſche Gewicht der Menſchen zu beſtimmen. Muſſchenbroek ſetzt es 1,11 oder um $\frac{1}{9}$ größer als das Gewicht des Waſſers ζ). Wilkenſon η) mußte einem Menſchen, welcher ein Gewicht von 104 Pfund hatte, noch 12 Unzen, 15 Drachmen und 2 Scrupel Kork an den Hals befeſtigen, damit er mit dem Waſſer eine gleiche ſpeciſiſche Schwere erhielt. Es war alſo dieſer Menſch nur etwas weniges ſchwerer, als das Waſſer. John Robertſon ϑ) ließ Leute, die er zuvor gewogen, in ein Parallelepipedum mit Waſſer treten, und maß hierauf, um wie viel das Waſſer ſich erhoben. Dieſe Verſuche gaben ihm verſchiedene Reſultate, meiſtens fand er aber, daß der Menſch etwas leichter ſey, als eben ſo viel Waſſer. Indeſſen hat man noch nicht viele Erfahrungen davon, daß es Leute gebe, deren ſpeciſiſches Gewicht ſehr viel kleiner, als das ſpeciſiſche Gewicht des Waſſers iſt, welche alſo von aller Gefahr jemals zu ertrinken gänzlich frey ſind, und natürliche Schwimmer abgeben, ohne

α) L'art de nager. Amſterd. 1741. 8. Die Kunſt zu ſchwimmen. Berlin, 1742. 8.
β) Beſchreibung eines Schwimmkleides. Aus d. Franz. Warſchau 1776. 8.
γ) Theatrum pontificiale. Tab. I. II.
δ) L'art de nager avec des avis de ſe baigner utilement. à Paris 1781
ε) Acta eruditor. Lipſ. 1691. p. 37 ſq.
ζ) Introductio ad philoſoph. natural. Tom. II. §. 1399.
η) Philoſoph. transact. Vol LV. p. 103.
ϑ) Philoſoph. transact. Vol. L. p. 30.

ohne ſich dabey im geringſten durch die Kunſt zu helfen. **Karſten** [α]) führet eine Nachricht des Abt **Dominicus Bartaloni** von dem Prieſter Don Paolo Moccia in Neapel an, welcher im Meere nicht weiter, als bis mitten an die Bruſt einſank, und alle mögliche Verrichtungen und Bewegungen vornehmen konnte, ohne einen unglücklichen Zufall zu befürchten. Sein Gewicht betrug 300 Neapolitaniſche Pfund, und ſein Körper iſt 30 Neapolitaniſche Pfund leichter, als eine eben ſo große Menge Waſſers befunden worden. Was aber eben daſelbſt nach **Bartaloni** von einem gewiſſen Neapolitaner Cola Peſce angegeben wird, es ſey dieſer nämlich vom Hafen von Neapel aus bis auf die Inſel Capri, mithin 30 Italiäniſche Meilen, mit aller Bequemlichkeit auf dem Meere ſpatzieren gegangen, iſt Fabel. Dieſer Cola iſt auch ſchon **Kirchern** [β]) bekannt. Er erhielt den Zunahmen Peſce wegen ſeiner Geſchicklichkeit im Tauchen und Schwimmen, und er mag wohl nach dieſer Inſel geſchwommen, aber nicht ſpatzieret ſeyn.

Es läßt ſich daher wohl ſicher annehmen, daß der menſchliche Körper in der Regel etwas ſchwerer iſt, als eine eben ſo große Menge Waſſers. Daher auch das Schwimmen der Menſchen als eine Kunſt zu betrachten, und erſt erlernt werden muß. Dagegen ſchwimmen aber alle Thiere viel leichter als der Menſch. Vielleicht rührt dieß zum Theil daher, daß der menſchliche Körper eine ihm ganz ungewöhnliche Stellung annehmen muß, wenn der aus dem Waſſer hervorragende Theil gerade der Kopf ſeyn ſoll [γ]). Die meiſten Menſchen ertrinken aber gewiß bloß aus dieſem Grunde, weil ihnen das Schrecken alle Kraft und Bewußtſeyn benimmt, oder die ſchnelle Erkältung ihnen einen Schlagfluß zuwege bringt. Todte untergeſunkene Körper kommen nach

einiger

α) Lehrbegriff der geſammten Mathematik. Th. III. Hydroſtatik. §. 31.
β) Mundus ſubterraneus. Tom. I. p. 97.
γ) Unterſuchung, woher es komme, daß die Thiere von Natur ſchwimmen können, da hingegen ſolches der Menſch erſt mit Mühe lernen muß, von Bazin im Hamburg. Magazin. B. I. S. 327.

einiger Zeit dieſerwegen wieder auf die Oberfläche des Waſſers, weil durch die angehende Fäulniß die Höhlungen des Körpers erweitert werden, wodurch das Volumen größer wird.

Durch Aushöhlungen der Körper wird das Schwimmen ungemein erleichtert. Selbſt ſolche Körper, welche ein beträchtlich größeres ſpecifiſches Gewicht als das Waſſer beſitzen, können durch Aushöhlungen dahin gebracht werden, daß ſie auf dem Waſſer ſchwimmen. Es läßt ſich ſehr leicht durch Rechnung zeigen, wie groß die Höhlung eines feſten Körpers gemacht werden müſſe, wenn das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers ein bekanntes Verhältniß haben ſoll. Es ſey nämlich das Gewicht des feſten Körpers $= p$, die Größe des Raums, in welche er ausgedehnet werden muß, $= V$, das bekannte Verhältniß ſeines ſpecifiſchen Gewichtes gegen das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers $= \mu : 1$ und das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers $= \gamma$, ſo beträgt das Gewicht des Waſſers, welches den Raum V ausfüllet, $= \gamma V$, mithin hat man $\mu : 1 = p : \gamma V$, und hieraus findet man $V = \frac{p}{\mu \gamma}$.

Exempel. Man ſoll eine eiſerne hohle Schale in Geſtalt einer Halbkugel verfertigen, welche 20 Pfund wiegt, und $\frac{2}{3}$ ſo ſpecifiſch ſchwer, als Waſſer iſt, ſo iſt nun $p =$ 20 Pfund, $\gamma =$ 66 Pfund, und $\mu = \frac{2}{3}$, mithin muß $V = \frac{60}{132} = \frac{5}{11}$ Cubikfuß oder 0,455 Cubikfuß groß ſeyn. Setzt man nun den Halbmeſſer der Halbkugel $= r$, ſo iſt $V = \frac{2}{3} \pi r^3$, alſo $r = \sqrt[3]{\frac{3V}{2\pi}} = 0{,}6$ Fuß. Iſt ferner der inwendigen hohlen Halbkugel Halbmeſſer $= \varrho$, ſo iſt der körperliche Raum $= \frac{2}{3} \pi \varrho^3$, und der körperliche Inhalt der Schale $= \frac{2}{3} \pi (r^3 - \varrho^3)$. Weil nun das Gewicht 20 Pfund ſeyn ſoll, und ihr ſpecifiſches Gewicht $= 7{,}645 \times 66 = 504{,}57$ Pfund beträgt, ſo wie ihr kubiſcher Inhalt $= \frac{20}{504{,}57}$ oder 0,0396 Cubikfuß, ſo wird $\frac{2}{3} \pi (r^3 - \varrho^3) =$

0,0396 und $r^3 - \varrho^3 = \frac{3 \cdot 0{,}0396}{2\pi}$ und $\varrho = \sqrt[3]{\left(r^3 - \frac{3 \cdot 0{,}0396}{2\pi}\right)} = 0{,}59$ Fuß. Nun war

$$r = 0{,}6 \text{ und}$$
$$\varrho = 0{,}59, \text{ alſo}$$
$$r - \varrho = 0{,}01$$

und dieß iſt die Dicke der eiſernen Schale, welche die Geſtalt einer Halbkugel hat.

Formeln und mehrere Beyſpiele für Aushöhlungen in Geſtalt hohler Kugeln hat Käſtner [α]) gegeben, dergleichen auch ſchon Leibnitz [β]) für das Schwimmen in Luft mittheilet. Dieſe Formeln haben eine große Uebereinſtimmung mit denjenigen, welche unter dem Artikel, Blaſen, zur Beſtimmung der Dicke des Waſſerhäutchens der Seifenblaſen mit brennbarer Luft ſind angeführt worden.

Ein hohles Gefäß, das für ſich ſchon viel leichter als Waſſer iſt, das den nämlichen Raum ausfüllet, wird nicht nur für ſich ſchwimmen, ſondern auch ſchwere Körper, welche darein gethan ſind, erhalten, welche ſonſt im Waſſer unterſinken würden. In dem angeführten Beyſpiele würde die eiſerne Schale in Geſtalt einer Halbkugel durch das Waſſer mit einer Kraft von $0{,}455 \times 66 = 30$ Pfund gehoben werden. Da nun ihr eigenes Gewicht 20 Pfund beträgt, ſo bleiben von dieſer hebenden Kraft noch 10 Pfund übrig, und mit noch ſo viel Gewicht kann man die Schale beladen, ehe ſie unterſinkt.

Hierauf beruhet die Theorie der Pontons, der Kamelen oder Prahmen, der Kähne, der Fehren und der Schiffe. Die Pontons, von welchen man mehrere Nachrichten beym Leupold [γ]) und Hoyer [δ]) findet, gebrauchet man

α) Anfangsgründe der angewandten Mathematik. 4te Aufl. Hydroſtatik. 66. I–III.

β) De eleuatione vaporum, et de corporibus, quae ob cauitatem incluſam in aëre natare poſſunt. in miſcell. Berol. 1710. 4. p. 123.

γ) Theatrum pontific. Tab. XLVIII. XLIX

δ) Verſuch eines Handbuchs der Pontonierwiſſenſchaften in Abſicht ihrer Anwendung zum Feldgebrauch. Leipz. I. II. Band. 1793. 8.

man zur Schlagung der ſo genannten Schiffbrücken. Der Kamele oder Prahmen bedienet man ſich, um verſunkene Sachen wieder empor zu heben; ſie werden nämlich über der Stelle, wo etwas verſunken iſt, mit Waſſer angefüllt, damit ſie tiefer gehen; alsdann läßt man das Verſunkene durch Taucher mit Thauen daran ſtraff befeſtigen, und das Waſſer ausſchöpfen, wodurch die Prahmen nebſt der verſunkenen Sache gehoben, und letztere durch Wiederhohlung der Operation nach und nach aus dem Waſſer emporgebracht wird.

Bey Erbauung der Schiffe ſuchet man vor allen Dingen das Gewicht eines ledigen Schiffes zu beſtimmen, indem man durch Verſuche ausmacht, wie weit es einſinke, und dann mit Hülfe der Grundriſſe und Aufriſſe, nach welchen es gebauet iſt, den körperlichen Inhalt des eingetauchten Theils berechnet. Man nehme an, es betrage dieſer 1000 Cubikfuß. Kann man nun das Gewicht eines Cubikfußes Waſſers 70 Pfund annehmen, ſo beträgt das Gewicht des ledigen Schiffes $= 70 \times 1000 = 70000$ Pfund. Nun wird bey der Erbauung des Schiffes eine gewiſſe Grenze feſtgeſetzet, bis an welche es ſich ohne Schaden einſenken darf, und nach welcher ſich die ganze Anordnung deſſelben richtet. Aus den Riſſen findet man, um wie viel das beladene Schiff ſich noch tiefer einſenken dürfe, als es ſich ledig einſenkt, und kann daraus den körperlichen Inhalt des Raums finden, der durch die Ladung noch unter Waſſer gedruckt werden darf. Geſetzt, es wäre dieſer 2000 Cubikfuß, ſo findet man für die Ladung $70 \times 2000 = 140000$ Pf. Auf dieſe Art wird die Schiffsladung gefunden, und nach Laſten und Tonnen ausgedruckt die Tonne zu 2000 Pf., die Laſt zu 2 Tonnen gerechnet.

In Anſehung der Stellung, welche ſchwimmende Körper im Waſſer annehmen, kömmt es auf die beyden Schwerpunkte (fig. 65.) des ganzen Körpers l und des Waſſers m an, welcher Statt finden würde, wenn der Raum des eingetauchten Theils des ſchwimmenden Körpers mit Waſſer angefüllet wäre. Soll der Körper auf dem Waſſer ruhen, ſo müſſen beyde Punkte in einerley Vertikallinie liegen. Man

kann ſich nämlich vorſtellen, als wäre die ganze Maſſe des verdrängten Waſſers in m beyſammen geweſen; dieſe war von dem umgebenden Waſſer erhalten; folglich geht die mittlere Richtung des Drucks, welche das umgebende Waſſer ausübt, vertikal durch m, welches daher mit c, wo das Gewicht des ſchwimmenden Körpers beyſammen iſt, in einerley Vertikallinie fallen muß, wenn beyde Kräfte im Gleichgewichte ſeyn ſollen. Vermöge der Natur der Schwerpunkte wird nun der Schwerpunkt l des feſten Körpers die niedrigſte Stelle einnehmen, ohne vorher ſteigen zu dürfen; liegt alſo l unter m, ſo wird der Körper jederzeit eine ſolche Stellung annehmen, daß l ſo weit als möglich von m entfernet iſt; liegt hingegen l über m, ſo wird ſich der Körper ſo ſtellen, daß der Punkt l dem Punkte m am nächſten iſt. So ſchwimmt ein hölzernes Parallelepipedum jederzeit auf der breiteſten Seite, weil in dieſem Falle die beyden Punkte einander am nächſten ſind; will man machen, daß eine ſchmälere Seite unten ſchwimmt, ſo muß ſie mit Gewichten beſchweret werden, um den Schwerpunkt gegen ſie hinzubringen. Hieraus läßt ſich einſehen, warum ein Körper nicht in jeder Stellung ſchwimmen kann. Ueber die ſehr verwickelte Lehre von den Stellungen und der Standhaftigkeit ſchwimmender Körper fing ſchon **Stevin** α) einige Betrachtungen anzuſtellen an. Er führet den Satz an, daß der ſchwimmende Körper deſto ſicherer und ſtandhafter auf dem Waſſer ſtehe, je tiefer ſein Schwerpunkt unter dem Punkte m liege. Umſtändlicher haben dieſe Lehre, beſonders zur Anwendung beym Bauen der Schiffe, wenn ſie nicht ſo leicht umgeworfen werden ſollen, **Daniel Bernoulli** β), **Bouguer** γ), **Euler** δ), **Boſſut** ε) und **du Hamel de Monceau** ζ) ausgeführet.

Bis-

α) Traité des Acrobariques in d. oeuv. Vol. II. p. 512.
β) Commentat. Acad. Petropol. Tom. X. p. 147 ſeq.
γ) Traité du navire. Paris 1746. 4. p. 240 ſeq.
δ) Scientia navalis. Petropol. 1749. 4. Vol. I. cap. 1–5.
ε) Traité elementaire d'hydrodynamique. Paris 1771. II. Vol. 8. Vol. I. §. 175 ſeq.
ζ) Anfangsgründe der Schiffsbaukunſt, a. d. Franz. durch C. G. D. Müller, Capit. des Großbrit. Churf. Braunſchw. Lüneb. Wachtſchiffes auf der Elbe. Berlin 1791. 4.

Bisweilen ſchwimmen auch auf dem Waſſer feſte Körper, wenn ſie auch ſpecifiſch ſchwerer als Waſſer ſind. So ſchwimmen z. B. Nadeln, Goldblättchen, wenn ſie behutſam auf die Waſſerfläche geleget werden. Der Grund hiervon kann theils darin liegen, daß beym Auflegen ſolcher Körper auf dem Waſſer durchs Verdrengen der Lufttheile zwiſchen der Oberfläche des Körpers kleine Luftbläschen entſtehen, die ſich an das Waſſer und an den Körper anhängen, oder daß ſich in den Körpern ſelbſt eingeſchloſſene Luft befindet. Denn es iſt wohl zu bemerken, daß man die Dichtigkeit des ganzen Körpers von der Dichtigkeit ſeiner Theile wohl unterſcheiden müſſe, wie auch bereits unter dem Artikel **Schwere, ſpecifiſche**, iſt angeführet worden. So ſchwimmt Holz auf dem Waſſer bloß dieſerwegen, weil Luft in ſeinen Poren befindlich iſt. Denn es wird dieſes ſogleich unterſinken, ſo bald die Lufttheilchen aus ſelbigem ſind ausgetrieben worden. Daher kommt es, daß beym Flößen des Holzes, beſonders, wenn es eine geraume Zeit auf dem Waſſer gelegen hat, verſchiedenes zu Boden ſinkt, indem das Waſſer die Luft aus dem Holze austreibt.

Soll ein auf dem Waſſer ſchwimmender Körper ganz unter Waſſer gebracht, und daſelbſt erhalten werden, ſo wird dazu eine Kraft erfordert, welche dem Gewichte des aus der Stelle getriebenen Waſſers gleich iſt weniger dem Gewichte des Körpers. Und ein Gefäß mit Waſſer, worauf ein feſter Körper ſchwimmt, wird um das Gewicht des Körpers ſchwerer, welches gewöhnlich ſo ausgedruckt wird, das verlorne Gewicht des feſten Körpers wachſe dem Waſſer zu.

Auch flüſſige Materien, von verſchiedenen ſpecifiſchen Gewichten mit einander vermiſcht, ſondern ſich von einander ab, wenn ſie ſich nicht auflöſen; die leichtere ſchwimmt auf der ſchwerern, wie z. B. Oehl auf Waſſer, Waſſer auf Queckſilber. Bringt man mehrere flüſſige Materien durch Schütteln unter einander, ſo erfolget bey der Ruhe eine Abſonderung, die leichtere ſteigt durch die ſchwerere in die Höhe, und alle ordnen ſich nach ihren ſpecifiſchen Gewichten ſo über

einander, daß eine jede eine wagrechte Oberfläche hat. So führet ſchon **Bacon von Verulamio** folgenden Verſuch an: wenn man ein weitbauchiges und langhalſiges gläſernes Gefäß, welches zum Theil mit Waſſer gefüllt iſt, in ein anderes umſtürzet, welches eine Miſchung von Waſſer und rothen Wein enthält, ſo wird ſich nach und nach der Wein in das obere Geſäß hinauf begeben, und die oberſte Stelle einnehmen. Dieſer ſcheinbaren Verwandlung des Waſſers in Wein hat man den Nahmen des **Paſſevin** gegeben. Werden vier verſchiedene Flüſſigkeiten z. B. Queckſilber, zerfloſſenes Weinſteinſalz, Weingeiſt und Bergöhl zuſammen in eine verſchloſſene Glasröhre gefüllt, ſo erhält man dadurch ein ſo genanntes **Elementarglas** oder eine **Elementarwelt**. Dieſe Materien unter einander geſchüttelt bilden das Chaos; ſo bald ſie aber in Ruhe kommen, ſondern ſie ſich allmählig von einander ab, und treten, wie die vier Elemente der Alten, nach ihren ſpeciſiſchen Schweren über einander.

M. ſ. **Karſten** Lehrbegriff der geſammten Mathematik Th. III. Hydroſtatik. Abſchnitt IV. **Käſtner** Anfangsgründe der angewandten Mathematik. Hydroſtatik. §. 55 f.

Schwingung, Oſcillation, Vibration (oſcillatio, vibratio, oſcillation, vibration) heißt überhaupt eine jede hin und her gehende Bewegung eines Körpers. Gewöhnlich iſt eine ſolche Bewegung ſo beſchaffen, daß ſie an ſich ohne Ende fortdauern würde; allein durch die allgemeinen Hinderniſſe aller Bewegungen, oder durch Reibung und Widerſtand der Mittel wird auch dieſe Bewegung geſchwächt, und zuletzt ganz vernichtet. Eine jede Bewegung dieſer Art wird eine **ſchwingende Bewegung** (motus oſcillatorius, vibratorius, mouvement d'oſcillation ou de vibration), und ein jedes einzelne Hin- und Hergehen eine **Schwingung** genennt. Dergleichen ſchwingende Bewegungen erfolgen beym Pendel, bey geſpannten Saiten und überhaupt bey allen ſchallenden Körpern, bey der Luft, wenn ſie den Schall fortpflanzt, bey den Oberflächen flüſſiger Materien, die in Gefäßen beweget werden, bey der Zunge des Wagebalkens,

balkens, welche ſich ins Gleichgewicht ſtellt. M. ſ. Pendel, Elaſticität, Schall, Wagebalken, Röhren, communicirende.

Alle ſchwingende Bewegungen entſtehen im Allgemeinrn daher, daß ein Körper, dem durch irgend eine Kraft eine Bewegung eingedruckt wird, von einem gewiſſen Orte nach denjenigen Ort, wo er in Ruhe und Gleichgewichte ſeyn würde, gebracht wird; ſo bald er nun in dieſen Ort des Gleichgewichtes ankommt, und darin ruhen ſollte, ſo führt ihn die mitgetheilte Bewegung über dieſen Ort weiter hinaus, bis die bewegende Kraft die ihm mitgetheilte Bewegung aufgehoben hat, und ihn von dieſer Grenze an wieder zu dem Orte des Gleichgewichtes zurück führet. An dieſer Stelle wiederfähret dem Körper das nämliche wieder, und auf dieſe Art ſollte es ohne Ende fortgehen, wenn nicht die Friktion und der Widerſtand der Mittel die mitgetheilte Bewegung bey jeder Schwingung ſchwächten, wodurch die Ausſchweifungen über den Ort des Gleichgewichtes immer kleiner werden, ſo daß endlich der Körper in dieſem Orte ſelbſt zur Ruhe kommt.

Schwingungspunkt ſ. Mittelp. des Schwunges.

Schwung (oſcillatio ſ. vibratio penduli, oſcillation ou vibration d' un pendule) heißt die hin und her gehende Bewegung des Pendels. Gewöhnlich heißt ein **ganzer Schwung** (oſcillatio compoſita) das Hin- und Hergehen des Pendels zuſammengenommen; ein **halber** oder **einfacher** (oſcillatio ſimplex) aber das Hingehen des Pendels allein, oder der Hergang deſſelben allein. Dieſer Unterſchied wird jedoch von allen Schriftſtellern nicht überall genau beobachtet, und ſelbſt **Huygens** verſteht unter ſeinen Schwüngen nur einfache Schwünge, ohne das Beywort ſimplex hinzu zu ſetzen. Sehr oft muß man bloß aus dem Zuſammenhange errathen, von welchen Schwüngen die Rede ſey, und meiſtentheils werden nur, wie beym Sekundenpendel, einfache oder halbe Schwünge verſtanden. Um

 dieſe

dieſe Zweydeutigkeit zu vermeiden, thut Herr Käſtner *) den Vorſchlag, mit dem Worte Schwung allezeit den ganzen Schwung zu bezeichnen, und für den halben Schwung lieber den Ausdruck **Pendelſchlag** zu gebrauchen.

Was die Größe des Bogens betrifft, welchen ein Pendel durchläuft, ſo kommt es auf die Kraft an, welche das Pendel in Schwungbewegung verſetzet. So kann der Schwung größer als ein Halbkreis ſeyn, ja es kann ſogar dahin kommen, daß das Pendel bis zur lothrechten Stellung über den Aufhängungspunkt gehoben wird. In dieſem Falle kann das Pendel nicht wieder zurückgehen, ſondern muß in der andern Hälfte des Kreiſes niederfallen, wenn nur die Pendelſtange unbiegſam, oder die treibende Kraft ſo groß iſt, daß der Faden hinlänglich geſpannt iſt. Auf dieſe Art beſchreibet alſo das Pendel einen ganzen Vertikalkreis, oder auch mehrere, wenn die Kraft groß genug iſt, oder auf ſelbiges zu wirken nicht aufhöret. So läßt ſich ein an einem Faden befeſtigter Körper in vertikalen und ſchiefen Kreiſen, oder auch ſo bewegen, daß der Faden eine Kegelfläche beſchreibet. Dergleichen Bewegungen beleget man auch im gemeinen Leben mit dem Nahmen des **Schwunges**, obgleich keine hin und her gehende Bewegung des Körpers Statt hat, ſondern vielmehr derſelbe ununterbrochen in der Peripherie eines Kreiſes umläuft. Einiges von dieſen Bewegungen wird im folgenden Artikel, **Schwungkraft**, vorkommen.

Auch bey Centralbewegungen, wo die Körper um einen gewiſſen Punkt in einer krummlinichten Bahn ſich bewegen, kommt der Ausdruck **Schwung** vor. Man ſtellt ſich nämlich vor, daß ein Körper beſtändig nach einerley Punkt durch eine Kraft gezogen, derſelbe aber auch von einer andern Kraft von jener ſtets abgelenket werde, ſo daß er gezwungen iſt, ſich in der krummen Bahn unaufhörlich zu bewegen, welche Bewegung eben **Schwung** genennt wird.

Schwung-

*) Anfangsgründe der höhern Mathematik. 2te Aufl. Göttingen 1793. 8. S. 333.

Schwungbewegung ſ. Pendel.

Schwungkraft, Fliehkraft, Centrifugalkraft (vis centrifuga, force centrifuge) heißt diejenige Kraft, welche einen central bewegten Körper vom Mittelpunkte des Krümmungskreiſes, oder überhaupt von den in der Normallinie liegenden Punkten ſtetig zu entfernen ſtrebet. Unter dem Artikel, Centralkräfte, iſt bereits umſtändlich gezeiget worden, daß dieſe Kraft in der Natur wirklich exiſtiret, und daß ſie nicht, wie einige Naturforſcher glauben, eine bloße mathematiſche Idee ſey. Auch iſt daſelbſt allgemein gezeiget worden, daß ſie durch $\frac{\gamma^2}{2\alpha g}$ ausgedrucket werde, wenn γ die Geſchwindigkeit des Körpers, g den Fallraum ſchwerer Körper in einer Sekunde, und α die Entfernung des Körpers vom Mittelpunkte des Krümmungskreiſes andeuten. Im gegenwärtigen Artikel iſt nun nur nöthig zu zeigen, wie aus dieſem Ausdrucke Beſtimmungen ſolcher Schwungkräfte, die man an unſerm Erdkörper wahrnimmt, ſich ableiten laſſen.

Ein jeder Ort auf der Erdfläche wird durch die tägliche Umdrehung der Erde um ihre Axe alle 24 Stunden in einem dem Aequator parallelen Kreiſe umgetrieben. M. ſ. Parallelkreiſe. So beſchreibet (fig. 66.) der Ort d täglich einen Kreis vom Halbmeſſer e d. Aus dieſer Umdrehung entſtehet für jeden Ort, wie d, ein Schwung, welcher den Punkt d von dem Mittelpunkte e des Kreiſes mit einer Kraft $= \frac{\gamma^2}{2g.de}$ zu entfernen, und nach d h zu treiben ſtrebet. Die Geſchwindigkeit γ druckt den Raum aus, welchen der Ort d in einer Sekunde Zeit zurückleget, und da dieſer den ganzen Kreis $2\pi.de$ binnen einem Sterntage oder binnen 86164 Sekunden Sonnenzeit durchläuft, ſo erhält man $\gamma = \frac{2\pi.de}{86164}$, und wenn die Zahl $86164 = \mu$ geſetzt wird, $\gamma = \frac{2\pi.de}{\mu}$, folglich $\gamma^2 = \frac{4\pi^2.de^2}{\mu^2}$, und

Schwung nach dh $= \frac{4\pi^2 . de^2}{\mu^2} : \frac{1}{2g . de} = \frac{2\pi^2 . de}{\mu^2 g}$.

Dieſen Schwung kann man rechtwinklicht in die beyden Theile dg und gh zerlegen, wovon nur der erſte dg der nach dc wirkenden Kraft entgegen iſt. Wegen der Aehnlichkeit der beyden Dreyecke ecd und dgh, verhält ſich der Theil dg zum ganzen dh wie ed : dc, folglich

der Schwung nach dg $= \frac{dh . de}{dc} = \frac{2\pi^2 . de^2}{\mu^2 . g . dc}$.

Nun bleiben aber μ, g, π und dc für alle Orte d einerley, mithin verhalten ſich die der Schwere entgegengeſetzten Schwungkräfte an verſchiedenen Orten wie de^2, oder, weil de den Coſinus des Bogens db oder der geographiſchen Breite vorſtellet, wie die Quadrate der Coſinuſſe der Breiten.

Hieraus läßt ſich nun ſehr leicht die Schwungkraft unter dem Aequator ſelbſt oder in dem Orte b beſtimmen. Denn für ſolche Oerter, welche im Aequator liegen, verwandelt ſich de in cb = cd, folglich iſt der Schwung unter dem Aequator

$$= \frac{2\pi^2 . cd}{\mu^2 . g}.$$

Setzt man mit Picard den Halbmeſſer der Erdkugel = 19615176 Pariſ. Fuß (m. ſ. **Erdkugel** Th. II. S. 213.), g nach Verſuchen, die in Paris angeſtellet ſind, = 15,0957 Pariſ. Fuß (m. ſ. **Fall der Körper**), und μ = 86164 Sekunden in Sonnenzeit, ſo ergibt ſich der Schwung unter dem Aequator

$$\frac{2 . 3{,}1416^2 . 19615176}{86164^2 . 15{,}0957^2} = \frac{1}{289{,}4}$$ der Schwere zu Paris.

Eben dieß Reſultat fand ſchon **Huygens** *), der Erfinder dieſer Lehren. Auch gründete er hierauf bereits eine Berechnung über die Abplattung der Erde, jedoch nahm er hierbey nicht Rückſicht auf die verſchiedene Schwere in verſchiedenen Entfernungen vom Mittelpunkte. Nimmt man nämlich

*) De vi centrifuga und de cauſa grauitatis in opp. Tom. I.

ſich (fig. 58.) an, die beyden Säulen pc und bc beſtänden aus Materien von gleichen Dichtigkeiten, deren Schwere in pc (unterm Pole, wo keine Umdrehung Statt findet) unverändert bliebe, in cb aber an jeder Stelle in dem Verhältniſſe des Halbmeſſers der Umdrehung um c vermindert würde, ſo werden dieſe Verminderungen in b, $\frac{1}{289}$ der Schwere, in h oder der Mitte von bc die Hälfte davon oder $\frac{1}{578}$, bey c hingegen nichts mehr ausmachen, und die Verminderung, welche die ganze Maſſe cb an der Schwere leidet, wird ſich im Durchſchnitte auf den 578ten Theil derſelben ſetzen laſſen. Wenn daher beyde Säulen pc und bc im Gleichgewichte ſeyn ſollen, ſo muß auch pc um $\frac{1}{578}$ kleiner als bc ſeyn, oder die Abplattung wird $\frac{1}{578}$ betragen müſſen. M. ſ. Erdkugel.

Huygens geht noch weiter, und beweiſet, daß, wenn die Umdrehung der Erde 17 Mahl ſchneller erfolgte, mithin die Schwungkraft 289 Mahl größer wäre, alsdann die Schwere unter dem Aequator = 0 wäre, wodurch die Erde die größtmöglichſte Abplattung erhalten, und der Durchmeſſer des Aequators doppelt ſo groß als die Erdaxe ſeyn werde. Ein noch ſchnellerer Umſchwung der Erde würde verurſachen, daß die Theile im Aequator von der Schwere nicht mehr zurück gehalten werden könnten, und müßten daher von der Erde entfliehen.

Newton α), welcher hierüber eine andere Rechnung führte, gibt in der erſten Ausgabe die Schwungkraft unterm Aequator gegen die Schwere wie 1 : 290$\frac{4}{5}$, in den neuern Ausgaben aber, wo er ſie mit der Schwere in der Breite von Paris vergleicht, wie 7,54064 : 2177,267 oder wie 1 : 289 an; ſeine Commentatoren ſetzen ſie bey genauerer Betrachtung der elliptiſchen Geſtalt wie 7,56244 : 2176,91558 oder wie 1 : 287,86. Nach andern Berechnungsarten finden ſie Maupertuis β), Kraft γ) und Hermann δ) ebenfalls wie 1 : 289.

Will

α) Princip. L. III. prop. 19.
β) Sur la figure des aſtres.
γ) Comment. Acad. Petropol. Tom. VIII. p. 233 ſeq.
δ) Phoronomia. p. 367 ſeq.

Will man nunmehr beſtimmen, um wie viel in einem jeden andern Orte der Erdfläche die Schwere durch den Schwung verändert wird, ſo braucht man nur den Bruch $\frac{1}{289}$ mit dem Quadrate des Coſinus der Breite dieſes Ortes zu multipliciren. Bey einer Breite von 60°, deren Coſinus $\frac{1}{2}$ hat, würde dieß nur $\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{289}$ oder den 1156ten Theil ausmachen.

Bey ſolchen krummlinichten Bewegungen, welche auf der Erde durch verſchiedene Kräfte erzeuget werden, wie z. B. bey der Pendelbewegung, beym Wurfe, beym Schleudern im Kreiſe u. ſ. w. verbindet ſich der daher entſtandene Schwung mit der Schwere auf verſchiedene Art. Liegen die Körper auf einem glatten wagrechten Boden, ſo müſſen ſie doch immer noch als ſchwer betrachtet werden, obgleich dieß von den meiſten Naturforſchern geläugnet wird; die Schwere wirkt nur in jeder Stelle, wo ſich der Körper befindet, vollkommen gleich. Die wagrechte Ebene thut nichts weiter, als daß ſie bloß verurſachet, daß der Körper dem Zuge der Erde nicht folgen kann; ſein Gewicht aber d. i. das Produkt aus der Maſſe in die Schwere, nicht aber, wie die meiſten glauben, die bloße Trägheit des Körpers, muß erſt durch irgend eine äußere Kraft überwunden werden, ehe ſich der Körper auf der wagrechten Ebene bewegen kann. Daher kommt es, daß jederzeit die Anwendung der äußern Kraft dem Gewichte des Körpers proportional ſeyn muß. Werden nun ſolche auf einem wagrecht liegenden Boden im Kreiſe geſchwungen, ſo können ſie in Anſehung des Schwunges nach den unter dem Artikel, **Centralkräfte**, angeführten Geſetzen beurtheilet werden. Wird hingegen ein Körper an einem Faden in freyer Luft geſchwungen, ſo zieht ihn die Schwere wirklich nieder, wofern nicht die Kraft, die ihn ſchwingt, wenigſtens dem Gewichte des Körpers gleich iſt, und verurſachet, daß der Faden die Oberfläche eines Kegels beſchreibet.

Dergleichen **koniſche Schwünge** (motus turbinatorios) hat ſchon **Huygens** beobachtet, und es gibt Uhren, deren Perpendikel ſich auf dieſe Art bewegen.

Der

Der in koniſchen Schwüngen begriffene Körper (fig. 68.) b wird durch die Schwere, die nach der vertikalen Richtung bg wirkt, ſo lange herabgetrieben, bis die aus der Geſchwindigkeit γ herrührende Schwungkraft be mit ihr eine mittlere Richtung nach bf zuwege bringt, welche dem geſpannten Faden bc gerade entgegengeſetzet iſt. Ehe aber dieß erfolget, muß der Winkel c immer kleiner, und der Kreis ab immer enger werden; ſo bald hingegen dieſe Richtung des ſchwingenden Pendels eingetreten iſt, ſo hebt nun die Schwungkraft die Schwere auf, und es wird, im Fall die Schwungkraft ſich immer gleich bleibt, das Pendel b ſeine Kreisbewegung um d ungeändert fortſetzen. Nimmt man alsdenn die Schwere nach der Richtung $bg = 1$ an, ſo erhält man

$$be = gf = \frac{\gamma^2}{2g \,.\, bd}, \text{ und}$$

wegen Aehnlichkeit der Dreyecke cdb und bgf

$$bg : gf = cd : db, \text{ oder}$$

$$1 : \frac{\gamma^2}{2g \,.\, bd} = cd : db, \text{ folglich}$$

$$bd^2 = \frac{\gamma^2 \,.\, cd}{2g}, \text{ und } \gamma = bd \sqrt{\frac{2g}{cd}}.$$

Die Zeit, binnen welcher das Pendel b den Kreis ab durchläuft, iſt vermöge der Geſetze bey der Kreisbewegung (Th. I. S. 525.) $= \frac{2\pi \,.\, db}{\gamma} = \frac{2\pi}{\gamma} \,.\, \gamma \sqrt{\frac{cd}{2g}} = \pi \sqrt{\frac{2 \,.\, cd}{g}}$ Sekunden, völlig gleich mit der Zeit, welche ein Pendel von der Länge cd brauchet, um einen unendlich kleinen ganzen Schwung zu vollbringen. M. ſ. Pendel (Th. III. S. 802). Demnach verhalten ſich auch die Umlaufszeiten koniſcher Schwünge, wie die Quadratwurzeln aus den Höhen der Kegel.

Will man ſtatt der Höhe cd des Kegels den Winkel α und die Länge $cb = \lambda$ des Pendels in Rechnung bringen, ſo

ſo wird $cd = \lambda . \cos. \alpha$, mithin die Umlaufszeit

$$= \pi \sqrt{\frac{2\lambda . \cos. \alpha}{g}} \text{ Sekunden;}$$

mithin verhalten ſich für gleiche α die Umlaufszeiten wie die Quadratwurzeln aus der Länge des Pendels λ, und für gleiche Längen λ wie die Quadratwurzeln aus den Coſinuſſen der Winkel α.

Wird der Winkel α ſehr klein, mithin ſein Coſinus ſehr nahe $= 1$, ſo verwandelt ſich die Umlaufszeit in diejenige, in welcher ein Pendel von der Länge λ ſeinen kleinſten ganzen Schwung vollendet. Denn in einem ſolchen Falle iſt leicht zu begreifen, daß die Höhe cd des Kegels von der Länge des Fadens cb nicht viel abweichet.

Vermöge der Proportion $cd : cb = bg : bf$ findet man die Kraft bf, womit der Faden cb geſpannt wird, $bg = 1$ geſetzt, $= \frac{cb}{cd}$; mithin verhält ſich dieſe ſpannende Kraft zur Schwere, wie die Länge des Pendels zur Höhe des Kegels. Wäre $\alpha = 60°$, ſo hat man $cb = 2 . cd$, ſolglich die ſpannende Kraft $= 2$, oder ſie iſt der doppelten Schwere gleich.

Würde die Schwungkraft nicht in allen Zeittheilen gleich bleiben, ſondern immer kleiner werden, welches ſchon durch den Widerſtand des Mittels, worin das Pendel ſchwingt, und durchs Reiben geſchiehet, ſo iſt es natürlich, daß der Winkel α nach und nach immer kleiner wird; das Pendel b wird eine Schneckenlinie beſchreiben und endlich in der Vertikallinie cd zur Ruhe kommen. An Uhren aber, wo durch Gewichte oder geſpannte Federn der Gang des Pendels beſtändig einerley Schwung behält, bleibet auch der Winkel α immer der nämliche, und es findet daher die angeführte Formel ihre Anwendung.

Wenn ein ſchwerer Körper vertikal geſchwungen würde, ſo daß ein Theil ſeiner Bahn die krumme Linie (fig. 69.) ack wäre, ſo muß nothwendig ſeine Schwere in der untern Hälfte der Bahn die Schwungkraft vermehren, in der obern

aber vermindern. Nimmt man alſo an, der Körper falle von dem Punkte a auf der krummen Bahn ack herab und die Natur der krummen Linie ſey durch eine Gleichung zwiſchen ab = x und ac = φ gegeben, ſo wird, wenn der Körper, welcher in c mit der Geſchwindigkeit v anlangt, in den unendlich kleinen Zeittheilchen dt den Weg gh = dφ zurückelegen, und bd = gm = dx ſeyn. In dem Augenblicke, da der Körper in c anlangt, ſey die Wirkung der Schwere cf = 1. Dieſe läßt ſich nun in die beyden Seitenkräfte ce in der geradlinichten Richtung des geſpannten Fadens cl und in ef mit ch parallel zerlegen; die erſtere Kraft ce wirkt nun auf die Spannung des Fadens cl, und beſtimmt alſo den Zuwachs der ſchon vorhandenen Schwungkraft. Es verhält ſich aber dieſe Kraft zur Schwere oder zu 1 wie ce : cf, oder wegen der Aehnlichkeit der Dreyecke cef und cmh wie mh : gh d. i., wie dy : dφ, mithin iſt ihre Größe $= \frac{dy}{d\varphi}$. Wäre die krumme Linie ein Kreis vom Halbmeſſer ϱ, alſo die Schwungkraſt für ſich bey der Geſchwindigkeit $v = \frac{v^2}{2g\varrho}$, und daher beym vertikalen Kreis die ganze Spannung des Fadens $lc = \frac{v^2}{2g\varrho} + \frac{dy}{d\varphi}$. Wird die Curve ack ein völliger Quadrant, ſo iſt nach Sätzen der höhern Geometrie $dy : d\varphi = x : \varrho$, mithin die Schwungkraft in $c = \frac{v^2}{2g\varrho} + \frac{x}{\varrho} = \frac{v^2 + 2gx}{2g\varrho}$, wo in der obern Hälfte des Kreiſes die x negative Werthe erhalten.

Um aber v zu beſtimmen, muß man eine Gleichung zwiſchen v und x ſuchen. Dieſe findet man auf folgende Art. Wenn man annimmt, daß der ſchwere Körper von a an auf dem vorgeſchriebenen Wege ack frey herabfällt, und in c die Geſchwindigkeit v erlangt hat, ſo wird alsdann die Normalkraft ce bloß einen Druck gegen die Unterlage ausüben, und daher in der Bewegung des Körpers nichts än-

 dern;

dern; die andere ef aber, welche mit dem Elemente ch parallel gehet, iſt Tangentialkraft, und wirkt alſo ganz auf die Veränderung der Geſchwindigkeit des Körpers. Dieſe Kraft verhält ſich zur Schwere wie $ef:gf$, oder wegen Aehnlichkeit der Dreyecke ecf und cmh wie $cm:ch$ d. i., wie $dx:d\varphi$, mithin iſt die Größe dieſer Kraft $= \frac{dx}{d\varphi}$, welche in der Zeit dt die Geſchwindigkeit $2g \cdot \frac{dx}{d\varphi} \cdot dt$ erzeuget, M. ſ. Kraft, beſchleunigende (Th. III. S. 162.). Weil man nun bey allen Bewegungen $d\varphi = v\,dt$ ſetzen kann, ſo hat man auch $2g \cdot \frac{dx}{d\varphi} \cdot dt = \frac{2g\,dx}{v} = dv$, und um ſo viel ändert ſich die Geſchwindigkeit des Körpers von jeder Stelle c durch die Wirkung ſeiner Schwere. Man findet alſo daraus $2v\,do = 4g\,dx$.

Nun muß noch für irgend eine Stelle des Weges die Geſchwindigkeit bekannt ſeyn. Man nehme ſie für die Stelle a, oder für den Anfang der Abſciſſen $x = \gamma$; mithin muß die Formel $2v\,dv = 4g\,dx$ ſo integriret werden, daß für $x = o$, $v = \gamma$ wird. Daraus findet man $\gamma^2 = o +$ Conſt. oder $\gamma^2 =$ Conſt., und daher

$$v^2 = \gamma^2 + 4gx, \text{ und}$$

$$\frac{v^2}{2g\varrho} = \frac{\gamma^2}{2g\varrho} + \frac{2x}{\varrho}, \text{ folglich}$$

die Schwungkraft in c

$$= \frac{\gamma^2}{2g\varrho} + \frac{3x}{\varrho} = \frac{\gamma^2 + 6gx}{2g\varrho}$$

Wenn man ein bis a um 90° erhobenes Pendel, frey, ohne ſelbigem einen Stoß zu geben, fallen läßt, ſo wird natürlich $\gamma = o$, und die Spannung des Fadens an jeder Stelle $= \frac{3x}{\varrho}$ ſeyn, und im unterſten Punkte k, wo $x = \varrho$ iſt, $= 3$, oder dreymal ſo groß als die Schwere werden. Durch ein ſolches Schwingen des Pendels kann aber nie mehr

als

als der untere Halbkreis beſchrieben werden, weil das Pendel, wenn es jenſeits der Stelle k eben ſo hoch geſtiegen iſt, als es dieſſeits gefallen war, wieder zurückfällt.

Soll es aber weiter als den Halbkreis durchlaufen, ſo wird man ihm in dem Punkte a noch einen Stoß geben müſſen, damit es ſogleich die Geſchwindigkeit γ erlange. Alsdann wird es jenſeits k über den Halbkreis ſo weit hinausgehen, bis die negativen x ſo groß werden, daß die Spannung des Fadens $= 0$ wird. In einem ſolchen Falle wäre alſo $\gamma^2 = 6gx$ oder $x = \frac{\gamma^2}{6g}$. Da hier alſo die Spannung verſchwindet, ſo wird nun der ſchwere Körper den vorgeſchriebenen Weg gänzlich verlaſſen, und frey in ſenkrechter Linie herabfallen, wenn er an einem Faden aufgehangen war, an einem unbeugſamen Stäbchen aber wird er um den Punkt l wieder im Bogen zurückfallen.

Wenn aber von dem Körper ein ganzer Kreis beſchrieben werden ſoll, ſo daß x in der höchſten Stelle $= -\varrho$ iſt, ſo muß die in a ihm mitgetheilte Geſchwindigkeit wenigſtens $= \frac{\gamma^2}{6g} = \varrho$ oder $\gamma^2 = 6g\varrho$ ſeyn. Hätte nun γ genau dieſen Werth, ſo wird alsdann die Spannung des Fadens in dieſer Stelle des Kreiſes verſchwinden; allein der Körper wird nun mit einer Geſchwindigkeit, die er noch in dieſer Stelle hat, und deren Quadrat $= 6g\varrho - 4g\varrho = 2g\varrho$ iſt, im Bogen um l fortgetrieben werden, wodurch x wieder kleiner wird, und eine neue Spannung des Fadens entſtehet. In dieſem Falle wird nun die Spannung des Fadens $= 6$ oder 6 Mahl ſo groß, als die Schwere ſeyn, das Quadrat ſeiner Geſchwindigkeit aber $6g\varrho + 4g\varrho = 10g\varrho$ betragen. Iſt demnach die Geſchwindigkeit des ſchwingenden Körpers gerade ſo groß, daß er einen völligen Kreis zurücklegen kann, ſo verhalten ſich die Quadrate der Geſchwindigkeiten für die höchſte und niedrigſte Stelle wie $2g\varrho : 10g\varrho = 1 : 5$, mithin die Geſchwindigkeiten ſelbſt wie $1 : \sqrt{5}$.

Exempel. Eine bleyerne Kugel an einem Faden von $1\frac{3}{5}$ Fuß Länge vertikal geſchwungen, muß, wenn ſie durch einen ganzen Kreis gehen ſoll, in der Stelle, wo ſie ſenkrecht niedergeht, eine Geſchwindigkeit beſitzen, deren Quadrat $= 6 . 15 . 1\frac{3}{5} = 144$ iſt, oder welche ſelbige in einer Sekunde 12 Fuß forttreibt. Im Anfange des Fadens ſpannt ſie den Faden mit einer Kraft $= 3$, in der tiefſten Stelle mit der Kraft $= 6$, und in der höchſten Stelle gar nicht. Ihre Geſchwindigkeit in der höchſten Stelle iſt $= 4\sqrt{3}$ und in der nietrigſten $= 4\sqrt{15}$.

Wäre die Geſchwindigkeit beym vertikalen Schwunge größer, als gerade zur Vollendung des Kreiſes nöthig wäre, ſo iſt auch die Schwungkraft in jeder Stelle, ſelbſt in der höchſten, größer, als die Schwere. In einem ſolchen Falle können alsdann die Körper nicht herabfallen, wenn ſie gleich oben nicht unterſtützet ſind. Auf ſolche Art läßt ſich ein Eymer mit Waſſer angefüllt im vertikalen Kreiſe ſchwingen, ohne daß ein Tropfen Waſſer herausfällt, wenn er gleich oben in eine umgekehrte Stellung kömmt.

Bey den bisherigen Unterſuchungen iſt die Schwungkraft als beſchleunigende Kraft in Vergleichung mit der Schwere $= 1$ betrachtet worden. Will man ſie als bewegende Kraft anſehen, ſo muß man ſie noch in die Maſſe des Körpers multipliciren oder mit ſeinem Gewichte vergleichen. Uebrigens bleiben die Ausdrücke wie vorher.

M. ſ. *Newtoni* philoſ. natur. princip. mathem. Lib. I. prop. 4. coroll. 8. Lib. III. propoſ. 19. *Iac. Hermanni* phoronomia ſ. de viribus et motibus corporum ſolidorum et fluidorum. Amſtel. 1716. 4. lib II. prop. 82. ſchol. Käſtner Anfangsgründe der höhern Mechanik.

Sedativſalz ſ. Boraxſäure.

See ſ. Meer.

Seen, Landſeen (lacus, ſtagna, lacs, etangs). Mit dieſem Nahmen bezeichnet man eine ziemlich beträchtliche Sammlung von ſtehendem Waſſer auf dem feſten Lande. Gewöhnlich theilet man ſie in eigentliche Seen und Sümpfe ein;

ein; unter jenen verſteht man diejenigen großen Gewäſſer, welche einen ſichtbaren Abfluß haben; unter den Sümpfen aber diejenigen, an welchen man gar keinen Abfluß bemerket. Von den Sümpfen müſſen eigentlich die **Moräſte** unterſchieden werden, ob es gleich oft gewöhnlich iſt, unter beyden einerley zu verſtehen. Von den Sümpfen und Moräſten ſoll unter dem Artickel, **Sümpfe**, gehandelt werden; im gegenwärtigen Artickel wird bloß von eigentlichen Seen die Rede ſeyn.

Die eigentlichen Seen erleiden in Anſehung ihrer Höhe verſchiedene jährliche Veränderungen, welche theils von ſehr ſtarken Regengüſſen, theils vom geſchmolzenen Schneewaſſer in Gebirgen, wenn dieſes den Seen zufließet, theils aber auch von der zu verſchiedenen Zeiten ungleichen Menge Waſſers, welches ſich aus Bächen, Quellen und Flüſſen in die Seen ergießet, entſtehen. Es iſt daher leicht zu begreifen, daß Seen ſehr aufſchwellen können, wenn der Schnee auf den Gebirgen häufig ſchmelzt, ohne daß in der Nähe Regen oder Näſſe bemerket wird. Den Nachrichten zu Folge ändert ſich der Genferſee in der Schweiz [α]) in Anſehung ſeiner Höhe oft auf 12 bis 16 Fuß; gewöhnlich ſteigt er vom Ende des Januars bis zum Julius oder Auguſt, und nimmt in dem übrigen Theile des Jahres nach und nach wieder ab. Man leitet dieſes regelmäßige Steigen und Fallen gewöhnlich von dem Schmelzen des Schnees auf den Alpen und dem ſtärkern und geringern Zufluſſe der Rhone her.

Es gibt Seen, welche zu gewiſſen Zeiten alles Waſſer verlieren, und der Boden ganz trocken wird. Einer der merkwürdigſten dieſer Art iſt der **Czirknitzer See** in Crain, welchen man beym Dr. **Brown** [β]) und **Valvaſor** [γ]), auch ſonſt [δ]) beſchrieben findet. Die Länge dieſes Sees erſtreckt

Nn 3

α) Journal helvetique. Juin 1741 und Août 1746. auch im Hamburg. Magazin B X. St. 1. Nr. 5 und B. XI. St. 2 Nr. 4.

β) Philoſ. Tranſact. num. 54 p. 1038. num. 109. p. 194.

γ) Ehre des Herzogthums Crain. Laybach 1689 Fol. Tom. I.

δ) Acta erudit. Lipſ. Dec. 1689. p. 634 ſeq. und Philoſoph. Tranſact. num. 191. p. 111.

ſtreckt ſich auf eine deutſche Meile, die Breite auf eine Stunde, iſt ungefähr 15 Fuß tief, und erhält aus 8 Flüſſen Waſſer. Gewöhnlich fängt er um Jakobi, zuweilen auch erſt im Auguſt zu ſinken an, und wird etwa in 25 Tagen ſo leer, daß die dortigen Bewohner drey Wochen darauf aus dem auf dem Boden gewachſenen Graſe Heu machen. Ja es werden ſelbſt einige Stellen mit Hirſen beſäet, welcher noch vor dem Wiederkommen des Waſſers reif wird. Der Abfluß und der nachherige Zufluß des Waſſers geſchiehet durch Löcher und ſteinigte Gänge im Boden, wodurch das Waſſer ſo ſchnell hervorkommt, daß der See gemeiniglich binnen 18 bis 24 Stunden völlig angefüllt iſt. Einige Oeffnungen bringen klares Waſſer hervor, andere bringen eine Menge Fiſche und noch andere ſchwarze nicht längſt ausgebrütete Waſſervögel mit ſich. Dergleichen Veränderungen an dieſem See geſchehen bisweilen des Jahrs zwey bis drey Mahl, bisweilen in einigen Jahren gar nicht; jedoch iſt er nie ein ganzes Jahr hindurch trocken. Alle dieſe Erſcheinungen erkläret man aus einer Menge unterirdiſcher Heber. Sehr wahrſcheinlich ſind in den den See umgebenden Bergen hohe liegende Waſſerbehälter, wie (fig. 70.) a b c. Iſt nun d e ein Gang von einem ſolchen Behälter zu der innern Höhlung e f g, welche unter dem Boden des Sees ſich befindet, und mit ſelbigem durch die Canäle h i verbunden iſt. So lange nun die Oberfläche des Waſſers in dem innern Behälter a b c höher liegt, als die Stelle d, ſo erhält die Höhlung e f g mithin auch der See Waſſer davon; nimmt hingegen das Waſſer in dieſem Behälter bis unter d ab, ſo hört nun der Zufluß des Waſſers auf. Es ergießen ſich nun zwar acht Flüſſe in den Czirknitzer See; allein er hat auch einen Abfluß durch zwey andere Höhlen k in den Fluß Jevſero, der noch außer dem mit der Höhlung e f g verbunden ſeyn muß, indem das Waſſer noch zwey Tage läuft, da ſchon der See gänzlich ausgetrocknet iſt. Die acht Flüſſe ſind nicht vermögend dieſen Abfluß zu erſetzen, und es muß der See ſo lange trocken bleiben, bis er wieder durch den

Waſſer-

Waſſerbehälter a b c Waſſer erhält. Auch bey Kauten im Inſterburgiſchen Diſtrikte in Preußen ſoll ein See ſeyn, welcher abwechſelnd alle drey Jahre trocken iſt, und drey Jahre Waſſer hat *). Aus den Lokalumſtänden wird es ſich am beſten beurtheilen laſſen, auf welche Art ſolche Erſcheinungen möglich ſeyn können.

Die Erfahrung hat auch gelehret, daß eine Menge ſolcher Seen an ihrer Größe abgenommen haben, und faſt noch täglich abnehmen. Dieß kann von mancherley Urſachen abhängen. Es iſt nämlich eine bekannte Sache, daß das aus ſolchen Seen abfließende Waſſer zu Flüſſen und Seen Veranlaſſung gibt. So entſpringen z. B. der Nil, der Amazonenfluß, der Niger, der Ganges, die Lena u. ſ. f. aus großen Seen. Dieß abfließende Waſſer wird natürlich den Canal, wodurch es aus dem See heraustritt, beſtändig erweitern und tiefer machen, und es wird demnach nach und nach immer mehr Waſſer aus dem See abfließen. Da nun derſelbe nicht in dem nämlichen Verhältniſſe neues Waſſer erhalten wird, ſo muß er kleiner werden. Auf ſolche Art nehmen faſt täglich diejenigen Seen, durch welche fließende Waſſer hindurch gehen, an Größe ab. So hat z. B. der Genferſee bey weitem nicht mehr die Größe, die er ſonſt hatte; denn ehedem ſtand der ganze untere Theil von Genf im Waſſer. Auch durch aufgeſchwemmtes Erdreich können die Seen nach und nach kleiner gemacht werden; die Flüſſe, welche ſich in ſelbige ergießen, führen beſtändig Sand und abgerundete Steine mit ſich, die ſich in die Seen abſetzen, und auf dieſe Art immer mehr und mehr anfüllen werden. Dieſe Urſachen haben alſo Gelegenheit gegeben, daß mehrere Seen kleiner, als ſie ſonſt waren, geworden, und manche gänzlich verſchwunden ſind.

Die meiſten Seen trifft man in den nördlichen Gegenden an und es ſcheint, als wenn dergleichen Gewäſſer im heißen Erdſtriche beſonders ſelten ſind. Die Urſache hiervon ſcheint in folgendem zu liegen. Im heißen Erdſtriche ſind nämlich über-

*) Acta Acad. natur. curioſor. Decad. II. no. 5.

überhaupt genommen die Berge ſehr ſteil, und es haben folglich die Ströme mehr Kraft, als in andern Gegenden; überdem regnet es in jenem Striche gewöhnlich nur eine gewiſſe Zeit im Jahre, zu welcher aber aus der Atmoſphäre ſo vieles Waſſer herabfällt, daß ſehr große Ueberſchwemmungen dadurch verurſachet werden, die zuweilen mehrere Monate dauern. Dieſe ſtarken Regengüſſe bringen in Rückſicht der Seen eine doppelte Wirkung hervor, ſie zerſtören zum Theil die Dämme, womit die Seen umgeben ſind, oder vergrößern nach und nach die Canäle derſelben, zum Theil geben ſie auch Gelegenheit, daß ſich ſehr viele Erde anſammelt. Auf ſolche Art werden alſo die Seen dieſer Gegend in trocknes Land verwandelt werden. In dem kalten Erdſtriche hingegen fällt nicht ſo vieles Waſſer zu einer Zeit aus dem Dunſtkreiſe herab, ſondern es regnet zu allen Jahrszeiten; die Flüſſe führen weniger Sand und Erde in die Seen und ſetzen dagegen eine hinlängliche Menge Waſſer in dieſelben ab, ſo daß die Sommerwärme hier nicht die Wirkung auf dergleichen ſtehende Gewäſſer äußern kann, die ſie in ſehr heißen Gegenden hervorbringt. Unter allen nördlichen Ländern iſt vorzüglich Nordamerika ſehr reichlich mit Seen verſehen, die ſich beſonders durch außerordentliche Größe auszeichnen.

In Anſehung der Beſchaffenheit des Waſſers, welches in den Landſeen enthalten iſt, wird ein ſehr großer Unterſchied wahrgenommen. In einigen iſt das Waſſer rein, hell und klar und ſüß, wie im Genferſee, im Wetterſee in Schweden u. ſ. f.; in anderen hat es die Eigenſchaft, dem hineingebrachten Holze eine verſteinernde Cruſte zu geben. Dieſe Eigenſchaft beſitzet beſonders der Lough-Neagh in Irrland *). Er durchdringt das Holz, welches hineingebracht worden, mit einer eiſenhaltigen Materie, ohne ſeine Geſtalt zu ändern. Bisweilen bringt dieſe Materie in einen Theil von ein und demſelben Stücke Holz, und läßt den andern Theil ungeändert. Im Feuer verbrennt dieſer letztere Theil zu Kohle,

*) Philoſ. Tranſact. num. 158. p. 552.

Kohle, der erſtere aber glühet nur, und wird etwas leichter, indem noch einige unveränderte Holzfaſern mit einer blaulichen Flamme verbrennen; zu Pulver geſtoßen wird er vom Magnet angezogen. Im Winter frieret dieſer See nicht allenthalben zu, ſondern behält hier und da runde offene Flecken.

Es gibt auch eine große Menge von Landſeen, welche ſalziges Waſſer enthalten, obgleich die zufließenden Gewäſſer ſüß ſind. In Sibirien gibt es dergleichen Seen in großer Anzahl *). Beſonders merkwürdig iſt der am Salze ſehr reichhaltige See **Elton**, wo mehr als tauſend Menſchen Salz brechen, und in deſſen Nähe auch der geſalzene Thau ſehr häufig iſt. Von den meiſten wird auch zu den Landſeen das **ſchwarze Meer** (pontus Euxinus) gerechnet, wiewohl er eigentlich kein Landſee iſt, indem er durch die Meerenge bey Conſtantinopel mit dem **Mare di Marmora** (Propontis) zuſammenhängt. Indeſſen iſt doch dieſes Gewäſſer größtentheils vom Waſſer eingeſchloſſen, und kann in dieſer Rückſicht auch als ein See angeſehen werden. Alten Nachrichten zu Folge iſt es auch ſehr wahrſcheinlich, daß das ſchwarze Meer ein großer von Bergen umgebener See war, welcher aber durch ein Erdbeben mit dem mittelländiſchen Meere in Verbindung gekommen iſt. Die Oberfläche dieſes Meeres beträgt auf 4100 Quadratmeilen, und eine große Menge von Flüſſen ergießen darein ſüßes Waſſer. Keine Inſel trifft man auf ſelbigem an, und gegen Norden hängt es durch die Meerenge **Caffa** mit dem **Aſofiſchen See** oder dem ſonſt ſo genannten **mäotiſchen Sumpfe** zuſammen. Auf dieſem Meere toben die Stürme ſchrecklich, weil ſie allenthalben keinen Ausgang finden, ſondern vielmehr an den ſteilen Gebirgen der Alpen und des Caucaſus hinlänglichen Widerſtand antreffen. Man hat verſchiedene Meinungen gehabt, woher dieſes Meer ſein Salz erhalte, indem ſich bloß ſolche Flüſſe, die ſüßes Waſſer enthalten, darein ergießen.

*) P. S. Pallas Reiſen durch verſchiedene Provinzen des Ruſſiſchen Reichs, beſonders im 2ten und 3ten Bande.

Marſigli hat es aber ſehr wahrſcheinlich gemacht, daß er das Salzwaſſer durch einen untern Strom vom mittelländiſchen Meere erlange. Denn obgleich das obere Waſſer aus dieſem Meere durch den Bosporus beſtändig nach dem mittelländiſchen Meere hin fließt, ſo hat doch Marſigli durchs Senkbley gefunden, daß in der Tiefe ein gerade entgegengeſetzter Strom Statt finde. M. ſ. Meer.

In Anſehung des Zufrierens der Seen findet man vieles beſondere. Einige gefrieren nicht, auch bey der größten Kälte, wie z. B. der See Neß in Schottland, welcher ſtets einen ſtarken Dampf von ſich geben ſoll. Der Loch Monar und ein kleiner See in Stroherrik gefrieren vor dem Februar nie ganz zu; nach dieſer Zeit aber gefrieren ſie in einer Nacht, und in zwey Nächten erhalten ſie eine Eisrinde von anſehnlicher Stärke. Andere Seen in Schottland ſind beſtändig mit Eis bedeckt, und thauen nur am Rande in den heißeſten Sommertagen *); ſo wie auch der Eisſee im Canton Bern.

Die Seen ſind in Anſehung der Tiefe eben ſo, wie die Meere, von einander unterſchieden. Solche, welche oben nicht ſehr groß ſind, ſind gemeiniglich auch nicht ſehr tief; aber die größern Seen haben vielleicht eine Tiefe, welche der des Weltmeeres gleich kommt. Im Wetterſee in Schweden findet man an einigen Orten auf 300 Klaftern, im Neß in Schottland auf 600 Klaftern Tiefe noch keinen Grund; die Tiefe des Genferſee's ſchätzt man an einigen Orten über 950 Fuß.

Uebrigens iſt die Oberfläche der Seen zu ſehr eingeſchränkt, als daß Ebbe und Fluth durch die Wirkung des Mondes und der Sonne hervorgebracht werden könne. Indeſſen haben doch auch die Seen ihre Ströme. Der Genferſee ſteigt zuweilen 4 bis 5 Fuß hoch. Einige haben die Urſache in den Südwinden geſuchet, welche das Waſſer von Genf bis an das äußerſte Ende des Sees zurück treiben, und ſo den Abfluß deſſelben verhindern; andere aber glauben, daß

*) Account of ſome extraordinary lakes in Scotland by Sir *Ge. Mackenzie*, Philoſ. Tranſact. n. 114. p. 307.

daß elektriſche Wolken das Waſſer des Sees anziehen und es zum Steigen bringen könnten, und daß, wenn die Urſache dieſer Wirkung aufhöre, das Waſſer wieder fallen und wellenförmige Bewegungen hervorbringen müßte. Auch lehret die Erfahrung, daß Landſeen ſehr unruhig ſind, und große Wellen werfen, wenn gleich die Atmoſphäre ſtill und heiter iſt. Die Urſache dieſer Erſcheinung ſucht man gewöhnlich in unterirdiſchen Höhlen und Gängen, welche mit den Seen in Verbindung ſind, und in welchen die ſehr ſtark condenſirte Luft ſich durch irgend eine Urſache ſehr ſchnell wieder ausdehnet, und einen ſtarken Wind verurſachet, oder in welchen auch häufige Dämpfe entwickelt werden. Ueberhaupt werden alle ſolche beſondere Bewegungen der Gewäſſer in den Seen durch lokale Urſachen z. B. durch fließendes Waſſer, durch Ströme, die ſich in dieſelben ergießen, durch die Winde u. ſ. w. hervorgebracht werden.

M. ſ. **Ludolfs** Einleitung zur mathematiſchen und phyſikaliſchen Kenntniß der Erdkugel, a. d. Holl. durch **Käſtner**. Götting. u. Leipzig 1755. 4. Cap. 15. S. 283 u. f. **Torbern Bergmann** phyſikaliſche Beſchreibung der Erdkugel, aus d. Schwed. von **Röhl**. Greifsw. 1780. 8. III. Abth. Cap. 3 u. 4. S. 336 f. **de la Metherie** Theorie der Erde, a. d. Franz. durch **Eſchenbach**. Leipz. 1797. 8. Th. II. §. 266 f. S. 297 f.

Seeſalzſäure ſ. **Salzſäure**.

Seewaſſer ſ. **Meer**.

Segners hydrauliſche Maſchine, Segners Waſſerrad (machina hydraulica Segneri, machine hydraulique de Segner). Herr **Segner**, als er noch zu Göttingen lehrte, gab eine Maſchine von einer ſolchen Einrichtung an, welche durch die Zurückwirkung des Waſſers getrieben werden ſollte. Seiner Vorſchrift zu Folge ſey (fig. 71.) abcdefgh der Boden eines oben offenen Cylinders, welcher ſich um ſeine vertikal ſtehende Axe ſehr leicht drehen läßt. Nahe am Boden bey a, b, c, d u. ſ. ſind eine große Anzahl gerader und horizontaler Röhren eingeſetzet, in welche

das Waſſer aus dem Cylinder hineintreten kann. Dieſe Röhren ſollen an ihren äußerſten Enden verſchloſſen, ſeitwärts aber nahe an dieſen Enden mit einer Oeffnung verſehen und in dieſelbe eine kleine Röhre geſteckt ſeyn, durch welche das Waſſer nach horizontaler Richtung ausſtrömen kann; und zwar ſo, daß dieſe Richtung zugleich auf der Vertikalfläche ſenkrecht iſt, welche durch die Axe der größern Röhre gehet. Wenn alſo nun das Waſſer aus den Seitenöffnungen i, k, l, m, n, o, p, q ausläuft, ſo wird ſich der Cylinder um ſeine Axe nach der entgegengeſetzten Richtung a h g f e d c b umdrehen.

Das Waſſer in den Röhren a i, b k, c l u. ſ. druckt nämlich auf beyden Seiten derſelben gleich ſtark gegen die Seitenwände. An den Stellen aber, wo die Oeffnungen ſind, findet das Waſſer keinen Widerſtand, und kann daher frey abfließen. Dagegen wirkt der Druck an den gegenüberliegenden Stellen gegen die feſten Seitenwände, und da derſelbe durch keinen entgegengeſetzten gleichen Druck aufgehoben wird, ſo ſchiebt er die Stelle nach dieſer Seite hin fort, und bringt den Cylinder, welcher leicht um ſeine Axe beweglich iſt, in Umlauf.

Der Herr von Segner ſoll auf die Erfindung dieſer Maſchine durch die Betrachtung der Carteſianiſchen Teufelchen gekommen ſeyn. M. ſ. **Carteſianiſche Teufelchen.** Denn dieſe drehen ſich aus dem nämlichen Grunde um, wenn ſie in die Höhe ſteigen, indem die Luft das Waſſer, welches in die Höhlung eingedrungen war, durch eine an der Seite befindliche enge Oeffnung wieder heraustreibt. Sonſt hat man auch etwa in Form einer gewundenen archimediſchen Waſſerſchraube gewundene Glasröhren, welche oben trichterförmig ſind, und unten in eine Spitze mit einer engen Oeffnung auslaufen. Wenn man dieſe oben, wo der Trichter iſt, auf die Spitze einer Stange hängt, um welche ſich die ganze Röhre drehen kann, und Waſſer oben in den Trichter gießt, ſo wird ſie ſich, indem das Waſſer unten ausläuft, um die

Stange nach einer Richtung drehen, welche der Richtung des auslaufenden Waſſers entgegengeſetzet iſt.

Leonhard Euler [α]) hat von der Segneriſchen Maſchine eine allgemeine Theorie angegeben, und **Albert Euler** hat ſie in einer göttingiſchen Preisſchrift [β]) noch allgemeiner gemacht, und eine verbeſſerte Einrichtung derſelben vorgeſchlagen.

Johann Bernoulli [γ]) hat ſchon ein epimetrum de vi, per quam vas retrourgetur, dum aqua ex eo erumpit in directione horizontali. Auch führet **Muſſchenbroek** [δ]) eine Maſchine an, welche wie die Segneriſche durch Dämpfe in Umlauf gebracht wird, und erwähnet dabey die Segneriſche Maſchine.

Endlich führet noch **Prieſtley** [ε]) die Bemerkung an, daß, wenn man die Schnabel einer Dampfkugel eben ſo, wie die Dräthe eines elektriſchen Rades, umgebogen hat, derſelbe im Schwerpunkte an einem Faden aufgehangen ſich allemahl nach der der Oeffnung entgegengeſetzten Richtung umdrehe, der Dampf mag entweder aus der Kugel ausgetrieben, oder durchs Abkühlen Luft oder Waſſer eingeſogen werden. **Prieſtley** ſuchet daraus zu erklären, warum ſich das elektriſche Rad immer nach einerley Seite drehet, die Spitzen mögen ausſtrömen oder einſaugen.

M. ſ. **Karſten** Lehrbegriff der geſammten Mathematik Th. VI. Hydraulik. Greifsw. 1771. 8. Abſchnitt XXXV.

Sehen, Geſicht (viſio, viſus, viſion, vue) iſt die allgemein bekannte Empfindung, welche die Gegenſtände bey Tage und bey der Erhellung durch Feuer oder durch leuchtende

α) Recherches ſur l'effet d'une machine hydraulique propoſée par Mſ. Segner in den mem. de l'Acad. de Pruſſe 1750. p. 311. application de la mach. hydr. de M. Segner à toutes ſortes d'ouvrages, ebend. 1754. p. 227. de motu et reactione atque per tubos mobiles transfluentis, in Nov Comment Petropol. Tom. VI. p. 312.

β) Enodat. quaeſt. quomodo vis aquae cum maximo lucro ad molas circumagendas etc. impendi poſſit. Goett 1754. 4.

γ) Hydraulica edit. 1732. et in opp. Tom IV.

δ) Introductio ad philoſ. natural. Tom II. §. 1469.

ε) Geſchichte der Elektricität, durch Krünitz. S. 280.

tende Materien in unſeren geſunden Augen zuwege bringen, wodurch wir in den Stand geſetzet werden, von der Lage, Figur, Größe und Bewegung der ſichtbaren Objekte urtheilen zu können. Von dem Lichte und dem Auge iſt bereits in eigenen Artickeln gehandelt worden. Hier wird alſo nur noch nöthig ſeyn, kurz anzuführen, wie die Empfindung des Sehens in uns bewirket werde, und auf welche Art wir über ſelbige urtheilen.

Es wird erfordert, daß zum deutlichen Sehen das Bild des geſehenen Gegenſtandes auf der Netzhaut des Auges liege (m. ſ. Auge. Theil II. S. 168.). Mit dieſer Abbildung iſt nun zugleich die Empfindung des Sehens begleitet. Wie aber die Vorſtellungen mit dieſem Zuſammentreffen der Lichtſtrahlen zu einem Bilde des Gegenſtandes zuſammenhängen, dieß zu erklären, reichen unſere Erfahrungen nicht hin. Wir können nicht behaupten, daß das Bild als Bild die Empfindung bewirke; denn das Bild iſt nur Phantom. Noch weniger wird man annehmen können, daß die Seele das Bild des Gegenſtandes auf der Netzhaut beſchaue, und dadurch Vorſtellungen davon erhalte, ſo wie wir etwa in der dunkeln Kammer das Bild des Gegenſtandes wahrnehmen. Indeſſen hat es doch ſeine Richtigkeit, daß das Bild des Objektes mit dem Sehen in einer genauen Verbindung ſtehet, indem die Beſchaffenheit des Sehens jederzeit von der Beſchaffenheit des Bildes abhängt. So wird das Auge die Gegenſtände in eben der Ordnung neben und bey einander ſehen, in welcher die Bilder derſelben auf der Netzhaut liegen; ſie werden größer oder kleiner erſcheinen, je nachdem die Bilder größer oder kleiner ſind; ſie werden ſich dem Auge als ruhend oder bewegend darſtellen, je nachdem die Bilder ihre Stellen auf der Netzhaut behalten oder verändern; auch wird es beym deutlichen und undeutlichen Sehen jederzeit auf ein deutliches und undeutliches Bild ankommen. Es ſteht alſo das Sehen mit dem Bilde in einer genauen und unzertrennlichen Verbindung, ob man gleich nicht annehmen kann, daß das Bild geſehen wird.

Sehr wahrſcheinlich hat es mit der Empfindung des Sehens die nämliche Bewandniß, wie mit der Empfindung des Gefühls. Man kann, um ſich die Sache nur einiger Maßen zu erklären, annehmen, wie auch bereits Gehler that, daß die Netzhaut, als ein zartes Gewebe von unzählbaren Nerven, welche von dem Gehirn abſtammen, in ihrer Verbindung den Sehenerven ausmachen, und ſich auf der Fläche der Netzhaut in zarten Spitzen oder Wärzchen enden. Dieſe Nervenſpitzen ſind beym Sinne des Geſichtes gerade das, was die Nervenwärzchen beym Sinne des Gefühls ſind. Die Empfindung nun, welche bey einer ſolchen Nervenſpitze durch das auffallende Licht erreget wird, pflanzt ſich durch den ihr zugehörigen Nerven bis ins Gehirn fort, und iſt dadurch zugleich mit Bewußtſeyn begleitet. Da aber alle dieſe unzählbaren Nervenſpitzen auf der Netzhaut in eben der Ordnung neben, über und unter einander liegen, in welcher die dazu gehörigen Nerven nach dem Gehirn hingehen, ſo muß nothwendig das Bewußtſeyn mit der Empfindung, die das Licht in den Nervenſpitzen bewirket, vollkommen einerley ſeyn. In der Ordnung alſo das Bild eines Gegenſtandes auf die Netzhaut fällt, in eben der Ordnung muß ſich auch die Seele deſſelben bewußt ſeyn. Es muß daher das Sehen mit dem Bilde in einer genauen Verbindung ſtehen, aber nicht deßwegen, daß die Seele das Bild anſchauet, ſondern vielmehr, daß durch daſſelbe vermöge der auffallenden Lichtſtrahlen Empfindungen in den Nervenſpitzen der Netzhaut erreget werden, welche durch den Sehenerven bis zum Gehirn fortgepflanzet zum Bewußtſeyn kommen. Ich ſage mit Fleiß, daß man ſich der Empfindungen bewußt ſeyn müſſe, weil nach dem Tode eine Zeitlang noch ein Nervenreitz Statt finden kann, wiewohl alsdann niemand das Sehen mehr behaupten wird.

Was die Deutlichkeit des Sehens betrifft, ſo hängt dieſe bloß davon ab, daß das Bild eines jeden Punktes des betrachteten Gegenſtandes genau auf der Netzhaut wieder ein Punkt iſt; denn in einem ſolchen Falle wird diejenige

Nerven-

Nervenſpitze der Netzhaut, auf welche dieſer Punkt fällt, von keinem vermiſchten Lichte getroffen, ſondern nur von dem, welches aus dieſem Punkte des Gegenſtandes kam, mithin wird ſich auch die Seele durch Ueberführung dieſer Empfindung in das Gehirn keiner andern, als bloß dieſer, bewußt ſeyn, und demnach den Punkt des Gegenſtandes deutlich ſehen. Wäre im Gegentheil das Bild auf der Netzhaut undeutlich, ſo kommen diejenigen Lichtſtrahlen, welche von einerley Punkte des Gegenſtandes ausgehen, entweder in ihrem Vereinigungspunkte vor der Netzhaut oder hinter derſelben zuſammen; in beyden Fällen wird das Bild eines Punktes im Gegenſtande kein Punkt, ſondern ein Kreis ſeyn, welcher ſich nun über mehre Nervenſpitzen der Netzhaut verbreitet. Auf ſolche Art erhält jede Spitze vermiſchtes Licht aus mehreren Punkten des Gegenſtandes, weil ſie ſich in mehreren ſolchen Kreiſen zugleich befindet; mithin erhält jede Nervenſpitze eine vermiſchte Empfindung vieler neben einander liegender Punkte des Gegenſtandes, und eben dadurch wird das Bewußtſeyn undeutlich. Es folget alſo daraus, daß nothwendig mit der Undeutlichkeit des Bildes auf der Netzhaut auch ein undeutliches Sehen verbunden ſey.

Uebrigens ſind wir nicht vermögend, die Art und Weiſe mit Gewißheit zu erklären, wie die Empfindungen des Lichtes durch die Nerven der Seele zum Bewußtſeyn kommen. Inzwiſchen hat man doch wenigſtens Grund genug anzunehmen, daß der Geiſt mit eben der Stärke zurück wirken müſſe, mit welcher das Licht auf die Nervenſpitzen der Netzhaut auffiel, um ſich dieſer Empfindungen bewußt zu werden. Da aber Geiſt und Materie nur durch inhärirende Kräfte auf einander wirken können, ſo muß ſich die Erſcheinung des Sehens nothwendig zuletzt in Kräfte auflöſen.

Dieſe Empfindungen aber, welche bey jedem Sehen der Objekte nothwendig vorausgeſetzt werden, ſind jedoch noch nicht hinreichend, uns richtige Vorſtellungen von der wahren Größe, Entfernung, Lage, Geſtalt, Bewegung und Deutlichkeit der geſehenen Objekte zu verſchaffen. Beym bloßen

Sehen,

Sehen, als reine optiſche Darſtellung, kommt es bloß auf das Bild an, das ſich von dem betrachteten Gegenſtande auf der Netzhaut abmahlet; iſt dieſes groß oder klein, ſo erſcheinet uns auch der Gegenſtand groß oder klein; nimmt es immer andere und andere Stellen auf der Netzhaut ein, ſo erſcheint uns der Gegenſtand auch bewegt u. ſ. f. Allein gewöhnlich verbindet man mit dieſem reinen Sehen zugleich die Urtheile über die Beſchaffenheit des Geſehenen, ohne jedoch derſelben uns gerade jetzt deutlich bewußt zu ſeyn. Schon von der frühesten Jugend an lernen wir dergleichen Urtheile fällen, indem wir das Geſehene mit dem, was uns die Sinne lehren, und beſonders mit den Empfindungen des Gefühls vergleichen. Dahin gehört der faſt unwiderſtehliche Trieb der Kinder, alles was ſie ſehen, auch zu befühlen. Auf ſolche Art lernt man nach und nach durch Vergleichung des oft Geſehenen mit dem Gefühl deſſelben eine Fertigkeit, über die Beſchaffenheit deſſelben ſchnell und richtig zu urtheilen. Dieſe Fertigkeit verwebt ſich endlich mit dem Sehen ſo innig, daß wir zuletzt nichts mehr ſehen, ohne zugleich über die Größe, Entfernung und übrige Eigenſchaften des Geſehenen ein ſchnelles Urtheil zu fällen. Daher kommt es, daß der gemeine Mann das Sehen ſelbſt mit dem Urtheile, welches er über das Geſehene fällt, verwechſelt, und daher das rein Optiſche von der Beurtheilung über das Geſehene nicht zu unterſcheiden vermag. Nimmt man alſo das Sehen in einem ſolchen Verſtande, daß man ſelbſt darunter die Urtheile über das Geſehene mit begreift, ſo iſt es als eine Fertigkeit zu betrachten, welche ſich die Menſchen erſt erwerben und durch Uebung erlernen müſſen. In den gewöhnlichen Fällen bringt es der Menſch hierbey ſo weit, daß er gleich beym erſten Anblick über die Lage, Größe, Entfernung, Geſtalt u. ſ. f. ein völlig richtiges Urtheil fällt. Hieraus entſteht dasjenige, was man das Augenmaß nennt, welches bey einigen ſo ſcharf iſt, daß ſie die Größe, Entfernung u. ſ. f. des betrachteten Gegenſtandes genau zu ſchätzen wiſſen. Bey ungewöhnlichen Gegenſtänden hingegen täuſcht ſich der Menſch jeder-

jederzeit im Urtheilen, wenn er dabey den gewöhnlichen Regeln folget, die für ſolche Fälle nicht Statt finden. M. Geſichtsbetrüge. Wollte er glauben, daß ihn die Sinne betrügen, ſo würde er offenbar das rein Optiſche mit dem falſchen Urtheile, welches er über das Geſehene fället, verwechſeln. Die reine optiſche Darſtellung bleibt jederzeit richtig, und erfolget auch beſtändig nach richtigen Naturgeſetzen; nur darin liegt der Irrthum, daß er das Geſehene jederzeit nach den gewöhnlichen Regeln beurtheilet, da doch bisweilen die Umſtände ein ganz anderes Urtheil verlangen.

Daß das Sehen in dem zuletzt angeführten Verſtande erſt durch Uebung erlangt werden müſſe, beweiſet am beſten der Blindgeborne, welcher den Gebrauch ſeines Geſichtes in einem Alter, wo der Verſtand ſchon ausgebildet iſt, durch eine Operation auf Einmahl erhält. Eine ſolche beſonders merkwürdige Operation wird von dem engliſchen Wundarzte Cheſelden *) erzählet, welcher ſie an einem jungen Menſchen von 13 Jahren, der ſchon bey ſehr ſtarkem Lichte Farben, nie aber Geſtalten, hatte unterſcheiden können, mit glücklichem Erfolge machte. Gleichwohl waren nach der Operation ſeine Ideen von den Farben nicht mehr zureichend, ſelbige ihm kenntlich zu machen, und er glaubte, daß ſie diejenigen nicht wären, welche er vorher unter dieſem Nahmen gekannt hatte. Unter allen Farben fand er den größten Wohlgefallen an denjenigen, welche ſehr lebhaft waren, und beſonders Scharlach gefiel ihm am beſten. Die ſchwarze Farbe war ihm läſtig, und es verging eine geraume Zeit, ehe er ſich daran gewöhnte. Er wußte ſo wenig von Entfernungen zu urtheilen, daß er ſich einbildete, alle Sachen, die er ſähe, berührten ſeine Augen, wie das, was er fühlte, ſeine Haut. Vorzüglich angenehm waren ihm glatte und ordentliche Sachen, ob er gleich von ihrer Geſtalt nicht urtheilen, noch errathen konnte, was ihm an einer Sache gefiel. Von keiner Sache kannte er die Geſtalt, unterſchied auch keine Sache von

*) Philoſ. Transact. nro. 402. und in Smiths Lehrbegriff der Optik durch Käſtner. §. 133. S. 40.

von der andern, ſie mochte eine noch ſo verſchiedene Geſtalt und Größe beſitzen. In einem Tage lernte er eine Menge Gegenſtände kennen, deren Nahmen er aber mit einander verwechſelte; ſo dauerte es z. B. ſehr lange, ehe er Hund und Katze von einander unterſcheiden lernte. Er verwunderte ſich ſehr, daß diejenigen Sachen, welche ſeinem Gefühl am angenehmſten geſchienen hatten, nicht auch ſeinem Geſichte am meiſten gefielen; ſeiner Erwartung gemäß ſollten diejenigen Perſonen, die er am meiſten liebte, auch am ſchönſten ausſehen, und, was ihm am beſten ſchmeckte, auch dem Geſichte am angenehmſten ſeyn. Gemählde kamen ihm nur als buntſcheckige Flächen vor: als er aber nach zwey Monaten plötzlich die Entdeckung machte, daß ſie Körper-Erhöhungen und Vertiefungen vorſtellten, ſo war er nicht wenig erſtaunt, daß ſie ſich nicht eben ſo anfühlten, wie ſie ausſahen, und daß ſich die Theile, welche durch ihr Licht und Schatten rauh und uneben ausſahen, ſich glatt, wie die übrigen, anfühlten. Er fragte, welches von ſeinen Sinnen der Betrüger wäre, das Geſicht oder das Gefühl.

Anfänglich kam ihm alles ſehr groß vor; nachdem er aber größere Sachen ſahe, hielt er die vorigen für kleiner, und konnte ſich nun keine Dinge außerhalb der Grenzen, die er ſahe, vorſtellen. So wußte er, daß das Zimmer ein Theil vom Hauſe wäre, konnte aber nicht begreifen, daß das Haus größer als das Zimmer ausſehen könne. Vor der Operation hatte er ſich wenig Vortheile von ſelbiger verſprochen, weil er nicht einſehen konnte, welche Vortheile ihm der Sinn des Geſichtes verſchaffen würde; allein nachher, als er wirklich die Sachen von einander durchs Geſicht unterſcheiden konnte, ward jede neue Darſtellung ein wahres Entzücken für ihn, ſo daß er ſein Vergnügen nicht auszudrücken vermochte, und das Andenken an ſeinen Wundarzt, der ihn zum Geſichte verholfen hatte, war jederzeit mit Freudenthränen und mit Zeichen der lebhafteſten Dankbarkeit verbunden. Ein Jahr nach ſeinem erſten Sehen brachte man ihn in die Dünen von Epſom, wo er eine weite Ausſicht

 hatte.

hatte. Dieſe ergötzte ihn ungemein, und er nannte dieß eine ganz neue Art von Sehen, u. ſ. f.

Cheſelden verſichert, er habe verſchiedenen andern zum Geſichte verholfen, die ſich nie erinnert, daß ſie je geſehen hätten, und ſie hätten alle die Art, wie ſie ſehen lernten, eben ſo, wiewohl nicht immer ſo umſtändlich, berichtet. Ein anderes Beyſpiel von dem Oculiſten Grant in England, das hiermit vollkommen übereinſtimmt, findet man im Gothaiſchen Magazin *).

Berkeley β) ſucht es wahrſcheinlich zu entwickeln, wie es ſich mit Erlernung des Sehens verhalten möge. Das erſte, was ein Kind unterſcheiden lernt, iſt die Bewegung ſeiner eigenen Hände und Finger. Hiermit iſt aber zugleich die Bewegung des Bildes derſelben im Auge mit einer übereinſtimmenden Empfindung begleitet. Dadurch wird das Kind zu gleicher Zeit Vorſtellungen, welche ihm das Gefühl und das Geſicht von dieſer Bewegung geben, mit einander verbinden lernen, es wird aus der Empfindung, die es in Abſicht auf das Gefühl bey einer gewiſſen Entfernung der Finger vom Auge hatte, ſchließen, daß ein anderer Körper, welcher eben dieſe Empfindung auf der nämlichen Stelle der Netzhaut verurſachet, ſich eben da befinde, wo es vorher ſeine Finger hatte. Auf ſolche Art lernt es Stellen der Körper, nach und nach auch Bewegungen derſelben und deren Richtungen kennen, und erlangt endlich Begriffe von Ausdehnung, Lage und Geſtalt, indem es die Finger an der Fläche der Körper herumführet, und die Wendungen der Bewegung beobachtet, oder indem es ſelbſt in einem Zimmer herumgehet, mit einem Worte, indem es Empfindungen des Geſichts und des Gefühls mit einander vergleichet und verbindet, woraus es dann auch die Größe und Entfernung der betrachteten Gegenſtände zu beurtheilen lernet. So iſt alſo das Sehen nichts weiter, als Erinnerung von Empfindungen, die man vormahls vom Geſicht und Gefühl hatte, indem

*) B. IV. St. 1. S. 21 f.
β) Eſſay on Viſion. p. 172.

dem man ſchließet, das jetzt Geſehene werde die nämlichen Empfindungen in unſern Sinnen zuwege bringen, welche man vormahls bey einer gleichen Geſichtsempfindung hatte. Dieſer Schluß erfolget aber ſo ſchnell, daß er im Augenblicke des Geſehenen, ohne mit Fleiß darauf aufmerkſam zu ſeyn, Statt findet. Mit einem Worte, es iſt das Sehen gleichſam ein Zeichen, eine Sprache, die uns mit einem Momente an alles das wieder zurückerinnert, was wir vormahls dabey empfunden haben, wie etwa die Züge oder Töne der Worte die Begriffe derjenigen Sachen in uns erwecken, welche man gewöhnlich damit zu verbinden pfleget. Man muß alſo das Bild von der Sache, die das Bild verurſachet, wohl unterſcheiden; denn beyde, das Bild und die Sache, können unendlich weit von einander verſchieden ſeyn.

Solche Menſchen, welchen das Geſicht von Jugend auf gemangelt hat, müſſen eine ganz andere Vorſtellung von den Dingen außer uns haben, die mehr mit den Empfindungen des Gefühls übereinſtimmen. Wie Blindgeborne Begriffe von ſolchen Dingen erhalten, welche dem gemeinen Manne mit dem Geſichte nothwendig verbunden zu ſeyn ſcheinen, zeigt **Thümmig** α). Manche Blinde bringen es hierin ſehr weit. Ein beſonders merkwürdiges Beyſpiel hiervon gibt der bekannte blinde Profeſſor der Mathematik zu Cambridge **Saunderſon** ab, welcher ſich beym Rechnen mit Ziffern durch eigene Vortheile half, die **Clemm** β) erzählet hat.

Locke γ) führet die von **Molyneux** erhobene Frage an, ob ein Blinder, welcher durchs Gefühl eine Kugel und einen Würfel zu unterſcheiden wiſſe, beyde durch bloßen Anblick unterſcheiden würde, wenn er ſein Geſicht erhielt? **Locke** und **Molyneux** glaubten, daß er dieß nicht könne, weil die Vorſtellungen, die er durchs Gefühl erhalten hätte, in

α) Verſuch einer gründlichen Erläut. der merkwürd. Begeb. in der Natur. Halle, 1723. 8. Erſt. Stück. Art. 7.
β) Eſſay concerning human underſtanding. B. II. ch. 9. §. 8.
γ) Smiths Lehrbegriff der Optik, durch Käſtner. S. 390.

keinen natürlichen und nothwendigen Verbindungen mit denjenigen Empfindungen ſtünden, welche er durchs Geſicht erlangen würde. Dagegen erinnert aber D. Jurin, es werde doch der Blindgeborne bey genauer Betrachtung bemerken, daß die Kugel von allen Seiten her betrachtet ſein Geſicht auf gleiche Art rühre; dahingegen der Würfel von verſchiedenen Seiten geſehen auch ſehr verſchieden ſich zeigen müſſe. Da er nun bey Vergleichung des Geſichts mit dem Gefühl völlig übereinſtimmende Urtheile von der Kugel und dem Würfel erhalte, ſo werde er auch daraus unterſcheiden können, welches die Kugel und welches der Würfel ſey, wenn man dieß ihm zuvor angezeiget habe. Selbſt Saunderſon hat davon eben ſo geurtheilet, und Prieſtley meinet, der Blindgeborne werde zwar einen Kreis vom Quadrate, aber nicht den Kreis von der Kugel und das Quadrat nicht vom Würfel unterſcheiden können.

Aus dem Bisherigen laſſen ſich nun auch zwey Fragen ſehr leicht beantworten, welche von jeher viel Aufſehens gemacht haben, und in welchen man Schwierigkeiten hat finden wollen. Die erſte iſt nämlich, warum die Gegenſtände aufrecht geſehen werden, da doch ihr Bild auf der Netzhaut verkehrt lieget? Die andere Frage iſt, warum wir die Objekte mit zweyen Augen nur einfach ſehen, da doch ein jedes Auge für ſich ein Bild auf der Netzhaut zuwege bringt, und eine beſondere Empfindung veranlaſſet?

Was die erſte Frage betrifft, ſo weiß man ſchon aus dem vorigen, daß das Bild des beobachteten Gegenſtandes auf der Netzhaut nicht von der Seele beſchauet wird, wie etwa das Bild eines Objektes an der Wand in der dunkeln Kammer. Das Bild iſt freylich nöthig, um die Nervenſpitzen auf der Netzhaut zu rühren, allein es kömmt hier offenbar nicht darauf an, was es für eine Lage auf der Netzhaut habe, wenn nur dieſe in Beziehung der Lagen gegen alle Theile des Ganzen die nämliche iſt, wie bey dem betrachteten Gegenſtande. Ohne Zweifel haben wir in der zarteſten Kindheit nicht gewußt, was oben oder was unten

iſt;

iſt; erſt durch Erfahrung haben wir nach und nach gelernet, dasjenige für unten zu halten, was der Erde am nächſten liegt, indem wir unſere Hände darnach ausſtreckten, um es erreichen zu wollen. Da nun das Bild des Gegenſtandes durch öftere Wiederhohlungen beſtändig einerley Lage auf der Netzhaut hatte, ſo mußte natürlich das Urtheil über das Oben und Unten in eine ſo genaue Verbindung mit dem Geſehenen und ihrem Bilde kommen, daß wir das für unten halten müſſen, deſſen Bild die nämliche Lage auf der Netzhaut hat, als wir von Jugend auf durch Vergleichung mit dem Gefühl wahrgenommen haben. Wäre das Auge ſo gebauet, daß das Bild des betrachteten Gegenſtandes auf der Netzhaut nicht verkehrt läge, ſo würde dieß im Sehen ſelbſt nicht den geringſten Unterſchied machen. Alles dieß beweiſet ſehr einleuchtend der Blindgeborne, welcher vom Staare war befreyet worden. Da er nämlich von keiner Sache die Geſtalt gekannt, und keine Sache von der andern bey noch ſo verſchiedener Geſtalt und Größe unterſchieden hat, ſo hat er auch anfänglich nicht gewußt, was oben oder unten, zur Rechten oder zur Linken befindlich ſey, bis er durch äußere Verbindung die Empfindungen des Gefühls mit den Empfindungen des Geſichts ſich dazu gewöhnet hatte, Geſtalt, Größe und Lage der Dinge gegen einander zu unterſcheiden. Hierbey war es nun offenbar gleichgültig, ob das Bild in ſeinem Auge aufrecht oder verkehrt ſtand. Seine Seele erhielt Vorſtellungen, die er gar nicht kannte, er mußte ſie zuförderſt oft mit andern ihm ſchon bekannten Vorſtellungen zugleich haben, bevor er lernte, was es mit dieſen neuen ihm bisher unbekannt gebliebenen Vorſtellungen für eine Bewandniß habe.

Kepler *), welcher zuerſt die wahre Beſchaffenheit der Wirkung des Lichtes aufs Auge richtig angab, ſtellt ſich vor, wenn die Seele den Stoß des Lichtſtrahles auf dem untern Theile der Netzhaut empfinde, ſo betrachte ſie den Strahl ſo, als käme er vom obern Theile des Gegenſtandes her, und

 halte

*) Paralipomena ad Vitellionem. p. 169.

halte daher dasjenige vor den obern Theil des Objektes, was ſich auf der Netzhaut unten abbilde, oder wie er ſich ausdrückt, der wirkende Theil werde dem leitenden gerade gegenüber empfunden. Carteſius α) ſucht dieß durch ein Beyſpiel eines Blinden zu erläutern. Wenn dieſer ein Paar Stäbe ſo in ſeinen beyden Händen hält, daß ſie ſich durchkreuzen, um damit das obere und untere Ende eines lothrecht ſtehenden Gegenſtandes zu befühlen, ſo werde er das für das obere Ende halten, was er mit dem in der untern Hand befindlichen Stabe berühre. Dieſe Erklärungen Keplers und Carteſius kann man ebenfalls als ſehr richtig gelten laſſen, wenn man nur dabey nicht vorausſetzet, daß dieſes Urtheil über die Stelle auf einer natürlichen Nothwendigkeit beruhe, ſondern erſt durch Vergleichung mit dem Gefühle gebildet wird; denn ſonſt würde ſie unrichtig ſeyn. Uebrigens iſt dieſe ganze Frage ſehr richtig und umſtändlich von Herrn Käſtner β) beantwortet worden.

In den neuern Zeiten hat man ſogar dieſe Frage, welche man ſonſt für ſo wichtig ausgab, als völlig ſinnlos gehalten, ob ſie gleich noch von dem ſonſt claſſiſchen Schriftſteller Adams γ) als räthſelhaft und ſehr ſchwierig wieder iſt angeführet worden. Hr. Lichtenberg δ) urtheilet über dieſe Frage ſo: derjenige, welcher dieſe Frage aufwerfe, denke nicht daran, was eigentlich aufrecht und verkehrt zu nennen ſey. Wenn man ein Gemählde umkehre, ſo ſtehen die darauf abgebildeten Figuren nur in Beziehung auf andere außer ihm befindliche Gegenſtände verkehrt, auf dem Gemählde ſelbſt aber ſeyen ſie noch immer aufrecht, d. h. ſie kehren die Füße gegen den Boden, das Haupt gegen die Decke oder den Himmel. Eben die Bewandniß hat es mit dem Bilde im Auge. Nur in Rückſicht auf das, was außer ihm ſey,

α) Dioptr. cap. VI. §. 10.

β) Hamburgiſches Magazin B. VIII. St. 4. Art. 8. und B. IX. St. 1. Art. 4.

γ) Anweiſung zur Erhaltung des Geſichtes, und zur Kenntniß der Natur des Sehens, a. d. Engl. von Fried. Kries, Gotha 1794. 8. S. 66 f.

δ) Anfangsgründe der Naturlehre von Erxleben. 6te Aufl. S. 528.

ſey, könne man es verkehrt nennen; und nur ein zweytes Auge, welches Bild und Gegenſtand zugleich betrachte, werde die verkehrte Lage des erſtern wahrnehmen. Es betrachte ja aber nicht die Seele das Bild durch ein zweytes Auge mit dem Gegenſtande zugleich, mithin käme eine ſolche Beziehung bey der Empfindung des Sehens gar nicht vor. In einer Zeichnung, welche Bild und Gegenſtand zugleich darſtellen, ſtehe freylich jenes gegen dieſen verkehrt; aber bey der Empfindung des Sehens mehrerer Gegenſtände beziehen wir Bilder auf Bilder und alle zuſammen auf das Bild der Erde oder des Bodens, und in dieſer Beziehung ſtehe jede Figur auf der Netzhaut ſenkrecht; nämlich gegen die andern und gegen das Bild des Bodens.

In Anſehung der andern Frage, warum man die Dinge mit zwey Augen nur einfach ſehe? hat man eine Menge Erklärungen zu geben verſuchet. Nach der Meinung des Gaſſendi α) ſähen wir den Gegenſtand nur mit einem Auge, indem das andere ruhe. Newton β) glaubet, daß wir dieſerwegen den Gegenſtand mit beyden Augen nur einfach ſehen, weil beyde Sehenerven mit einander vereiniget wären; allein Porterfield γ) beweiſet dagegen aus den Beobachtungen mehrerer Anatomiker, daß die Sehenerven nicht vermiſchen, ſondern nur an einander anlegen; ja es führet auch ſchon Kepler δ) die Bemerkung an, daß die Urſache des einfache Sehens nicht in der Vereinigung der Sehenerven liegen könne, weil wir ſonſt nie eine Sache doppelt ſehen würden, wie doch in manchen Fällen geſchiehet. Dr. Briggs ε) meinet, das einfach Sehen rühre von der gleich ſtarken Spannung der übereinſtimmenden Theile der Sehenerven her, weßwegen ſie gleichzeitige Schwingungen bekämen. Dr. Porterfield aber zeiget, daß dieß ſchon zum Theil für ſich unwahrſcheinlich ſey, und ſtimme mit den Erfahrungen nicht zuſammen.

α) In opp. Tom. II. Lugd. Fol. p. 395.
β) Optice. Quaeſt. 23.
γ) On the Eye. Vol. II. p. 285.
δ) Dioptrice. p. 62.
ε) Noua viſionis theoria. p. 28.

Er glaubet, wir ſähen die Gegenſtände vermittelſt einer urſprünglichen Einrichtung unſerer Augen irgendwo in der geraden Linie, welche ſenkrecht auf die Netzhaut an der Stelle, wohin das Bild falle, gezogen werde. Weil daher ein einziger Gegenſtand beyder Augen auf derſelben Stelle zu ſeyn ſcheine, ſo könne die Seele nicht zwey daraus machen. Wenn aber das eine Auge verdrehet werde, ſo irre ſich die Seele in Abſicht auf die Lage des Auges, und bilde ſich ein, das Auge habe ſich mit dem andern gleichförmig beweget, als in welchem Falle ihr Unterſchied von einem doppelten Gegenſtande bey einem doppelten Bilde richtig ſeyn würde. Allein dieſe Erklärung iſt für ſich betrachtet noch nicht richtig, man muß vielmehr dabey noch vorausſetzen, daß unſere Seele ein Vermögen beſitze, von der Entfernung der Gegenſtände zu urtheilen, damit ſie den Ort der Sache gerade in den Durchſchnitt der beyden Linien ſetzen könne, und nicht in verſchiedene Punkte.

Alle dieſe gekünſtelten Erklärungen hat man auf keine Weiſe nöthig. Es läßt ſich die Frage hinreichend beantworten, wenn man nur darauf Rückſicht nimmt, auf welche Art man das Sehen durch Erfahrung erlernet habe. Man kann annehmen, daß uns in der früheſten Jugend ein jeder Gegenſtand doppelt vorgekommen iſt; allein nach und nach empfanden wir durchs Gefühl, indem wir unſere Hände darnach ausſtreckten, daß, wenn zwey übereinſtimmende Theile der Netzhaut gerühret wurden, er nur einfach war. Auf ſolche Art erhielten wir eine Fertigkeit, bey dem ſo geſehenen Gegenſtande beym ordentlichen Gebrauche der Augen, als von einem einzelnen, zu urtheilen. Dadurch ſind unſere Augen gleichſam ſo an einander gewöhnet worden, daß die reſpondirenden Stellen der Netzhäute, auf deren jedes ein Bild des betrachteten Gegenſtandes fällt, gleichwohl denſelben nur als einfach darſtellen. Wenn dagegen die Bilder nicht auf ſolche übereinſtimmende Stellen der Netzhäute fallen, ſo erſcheinet auch wirklich der betrachtete Gegenſtand doppelt. M. ſ. Horopter.

Es hat daher das einfach Sehen eine ähnliche Beſchaffenheit mit dem Gefühle. Bey der gewöhnlichen Lage der Hände und Finger fühlen wir ebenfalls jede Sache nur einfach, ob wir ſie gleich mit zwey Händen anfaſſen. Wenn wir aber mit einer ganz ungewöhnlichen Lage der Hände oder Finger ein Objekt befühlen, ſo hält man es in der That für zwey Gegenſtände. **Carteſius** [α]) führt als Erläuterung folgendes ſehr gut gewähltes Beyſpiel an: wenn man zwiſchen zwey über einander kreuzweis gelegte Finger eine Kugel faſſet, ſo hält man ſie für zwey, weil wir es nicht gewohnt ſind, eine einzige Sache mit einer ſolchen Lage der Finger anzugreifen. **Cheſelden** führt in ſeiner Anatomie das Beyſpiel eines Mannes an, welchen der Schlag das eine Auge verdruckte, und welcher deßwegen alles doppelt ſah, bis daß allmählig die Gegenſtände wieder einfach erſchienen, ohne daß das Auge ſeine gehörige Lage wieder erhielt. Einen ähnlichen Fall erzählet Smith [β]). Dieß ſcheinen in der That ſtarke Beweiſe dafür zu ſeyn, daß das einfach Sehen, ſo wie das Sehen überhaupt von der Gewohnheit abhange. Dagegen meinet Dr. Reid [γ]), daß die Uebereinſtimmung der Mittelpunkte beyder Augen, worauf das einfach Sehen beruhet, nicht von der Gewohnheit, ſondern von einer angebornen Einrichtung der Augen und der Seele herrühre. Er gründet ſeine Meinung auf den Blindgebornen, welcher alles, nachdem ihn auch auf dem andern Auge der Staar geſtochen war, nur einfach ſah. Allein Hr. Klügel führet dabey richtig an, daß dieſer junge Menſch bereits mit dem einen alles richtig geſehen, und das andere ſpäter operirte ſich nach dem Urtheile des erſtern gerichtet habe.

Uebrigens iſt aber der von zweyen Augen betrachtete Gegenſtand viel lebhafter, als wenn er bloß durch ein Auge geſehen wird. Dr. Jurin ſtellte dieſerwegen einige Verſuche an; unter andern legte er einen Streifen weißes Papier ſo auf

α) Dioptrice. cap. VI. §.18.
β) Lehrbegriff der Optik durch Käſtner. S. 397.
γ) Inquiry into the human mind p. 257.

auf den Tiſch, daß er die eine Hälfte mit beyden Augen, die andere Hälfte aber nur mit einem Auge ſehen konnte; die erſtere ſchien ihm viel weißer und heller. Auch unterſuchte er, ob ein Gegenſtand mit beyden Augen zugleich größer als mit einem ausſieht; er fand aber dieß nicht außer wenn er ein Binoculartelefkop oder einen Hohlſpiegel gebrauchte. Du Tour [α]) glaubet mit Gaſſendi, daß die Seele jedesmahl nicht mehr, als das eine Bild in dem einen Auge beobachtet, und ſuchet dieſe ſeine Meinung durch verſchiedene Verſuche zu beſtätigen. Unter andern nahm er ein Paar Scheiben Glas, einen Zoll im Durchmeſſer, wovon die eine blau, die andere gelb war, und durch welche zuſammen die Gegenſtände grün ausſahen. Ein jedes dieſer Gläſer befeſtigte er in einer pappenen inwendig angeſchwärzten, 3 bis 4 Zoll langen Röhre, und hielt eine derſelben vor ſein rechtes, die andere vor ſein linkes Auge, worauf er durch ſie nach einem weißen 4 bis 5 Fuß entlegenen Papiere hinſah. Dieſes ſchien immer entweder blau oder gelb, nie aber grün. Auch führet er an, daß, wenn man ein Prisma ſenkrecht bloß vor dem einen Auge hält, und mit beyden nach einer Sache hinſieht, die Farben des gebrochenen Lichtes, welche auf das eine Auge fallen, ſich mit dem ungebrochenen Lichte, welches das andere Auge erhält, nie vermiſchen, ſondern daß die Oberflächen ſo ausſehen, wie ſie mit einem Auge allein betrachtet ausſehen würden. Allein daraus, daß man in gewiſſen Fällen nur ein Auge brauchet, folget noch nicht, daß man immer nur eins brauchet. In vielen Fällen mögen wir wohl uns nur eines Auges bedienen, beſonders wenn beyde Augen nicht gleich gut ſind, wo wir vorzüglich das beſte gebrauchen; aber alle Erfahrungen beweiſen, daß es einen merklichen Unterſchied ausmachet, ob wir einen Gegenſtand mit zweyen oder nur mit einem Auge ſehen. M. ſ. Binoculartelefkop.

Dr. Hartley [β]) bemerket, daß die Sehenerven in der ſella turcica in einen Nervenknoten (ganglion), oder gleichſam

α) Mémoir. preſentées. Vol. III. IV. V.

β) Obſervation on Man. Vol. I. p. 207.

ſam einen kleinen ihnen beſonders zugegebenen Gehirne ſich vereinigen, und daher weit mehr gegenſeitig auf einander wirken, als es ſonſt in irgend einem andern Theile des Körpers geſchiehet. Auf ſolche Art könne es möglich ſeyn, wenn wir von einem einfachen Gegenſtande nur in dem einen Auge einen Eindruck erhielten, daß dieſer zugleich in dem andern Auge die mit einem Bilde vergeſellſchaftete Empfindung hervorbrächte.

Dr. **Prieſtley** führet in ſeiner Geſchichte der Optik (Ueberſ. S. 479.) einige Geſichtsbetrüge an, welche von dem Gebrauche beyder Augen entſtehen. Unter andern iſt eine ſehr ſeltſame Erſcheinung, welche Dr **Smith** bemerkte, dieſe: wenn man einen Zirkel, deſſen Spitzen ein wenig geöffnet ſind, mit hinauswärts gekehrten Spitzen vor die Augen hält, und die Augenaxen auf einen entfernten Gegenſtand in der Linie, welche den Zwiſchenraum der beyden Spitzen in zwey gleiche Theile theilet richtet, ſo ſieht man zuerſt zwey Zirkel, deren innere Schenkel ſich durchkreuzen, wie es den Geſetzen des Horopters gemäß iſt. M. ſ. **Horopter**; werden hiernächſt die beyden Schenkel des Zirkels zuſammengedruckt, ſo nähern ſich die Bilder der beyden innern Schenkel, und fallen endlich in Eins zuſammen, welches jetzt ſehr lebhaft, dick und lang erſcheinet, und ſich von der Hand bis an den entfernteſten Gegenſtand, ja ſelbſt bis an den Horizont zu erſtrecken ſcheint. Die Urſache dieſer Erſcheinung ſuchet **Smith** darin, indem die Spitzen dieſes Zirkels in dieſer Lage in den beyden Linien ſind, welche von den beyden Augen nach den entfernteſten Gegenſtand gezogen werden können, und ſich folglich in den Gegenſtand ſelbſt zu vereinigen ſcheinen. Dr. **Jurin** hielt ein Buch, daß von einer Lichtflamme erleuchtet war, nicht weit von ſeinem Auge, und richtete dabey ſeine Augen nach der darüber jenſeits liegenden Decke des Zimmers hin, wovon er einen Theil mit einem Auge, einen andern mit dem andern, und einen Theil mit beyden Augen ſehen konnte. Dabey nahm er mit Verwunderung den mittlern und dunkelſten Theil des Schattens in Geſtalt

einer Pyramide ſich von ſelbſt nach jedem Gegenſtande, wohin er ſeine Augen richtete, erſtrecken, wahr. Dieſe Erſcheinung ſcheint der von Dr. Smith beobachteten ähnlich zu ſeyn. Aepinus ſahe durch ein Loch in einer metallenen Platte, welche etwa $\frac{1}{10}$ Linie groß war, mit ſeinem linken Auge, und bemerkte, daß ihm ſowohl das Loch größer, als auch das Geſichtsfeld weiter zu ſeyn ſchien, wenn er ſein rechtes Auge geſchloſſen hielt, noch mehr aber, wenn er es mit der Hand bedeckte. Dieſer Erſcheinung zu Folge glaubte er, die Oeffnung des einen Auges erweitere ſich, wenn das andere geſchloſſen iſt, welches durch die Verdeckung mit der Hand noch vollkommener geſchehe, als durch bloßes Zuthun der Augenlieder.

Seit Keplern hatte man den Sitz der Empfindung des Sehens auf die Netzhaut geſetzet, und dieſe Behauptung eine lange Reihe von Jahren für ganz unſtreitig gehalten. Allein Mariotte *) ward durch einen Verſuch veranlaſſet, dieſe allgemein anerkannte Wahrheit zu beſtreiten, und vielmehr den eigentlichen Sitz der Empfindung des Sehens auf die gleich hinter der Netzhaut liegende Aderhaut zu ſetzen. Es entſtand hierüber lange Zeit ein Streit. Mariotte fand nämlich, daß diejenige Stelle der Netzhaut, wo der Sehenerve eintritt, gegen den Eindruck des Lichtes völlig unempfindlich ſey. Sein Verſuch, welcher dieſes lehret, und der 1668 vor dem Könige von England angeſtellet ward, iſt folgender: er befeſtigte an einer dunkeln Wand ungefähr in der Höhe ſeines Auges ein rundes Papier; rechter Hand deſſelben befeſtigte er ein anderes etwa 2 Fuß weit von jenem, aber etwas niedriger. Hierauf ſtellte er ſich dem erſten gerade gegenüber, ging nach und nach, indem er es beſtändig unverwandt mit dem rechten Auge anſah, zurück, das linke aber verſchloſſen hielt, worauf ihm, als er etwa 10 Fuß zurückgegangen war, das zweyte Papier völlig verſchwand. Picard und le Cat haben dieſen Verſuch auf eine ſinnreiche Art abgeändert. Die gewöhnlichſte Art, dieſen Verſuch zu machen,

*) In oeuvres. p. 496.

machen, iſt folgende: man beſeſtiget an der Wand eines Zimmers drey Stücken Papier (fig. 72.) a, b, c etwa 2 Fuß von einander, ſtellt ſich gerade vor das mittlere, und geht allmählig zurück das eine Auge geſchloſſen, und das andere ſeitwärts nach dem Papier a oder c gerichtet, ſo dem geſchloſſenen Auge gegenüber iſt. Man wird alsdann eine Stelle treffen (welche mehrentheils fünf Mahl ſo weit von der Wand entfernet iſt, als die Papiere von einander entfernet ſind), wo das mittlere Papier gänzlich verſchwindet, und die beyden äußern völlig ſichtbar bleiben Alsdann werden nämlich die von b herkommenden Strahlen auf die Stelle d der Netzhaut fallen, wo der Geſichtsnerve eintritt.

Daß dieſe Stelle der Netzhaut völlig unempfindlich iſt, haben unzählbare Verſuche gelehret. Le Cat [α]) und Daniel Bernoulli [β]) haben ſich Mühe gegeben, die Geſtalt und Größe dieſer unempfindlichen Stellen zu beſtimmen. Der erſtere findet ſie nicht größer als einen kleinen Nadelknopf, nämlich $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{4}$ einer Linie; Bernoulli aber ſchloß aus ſeinem hierzu beſonders angeſtellten Verſuche, daß dieſe Stelle ein Kreis ſey, deſſen Durchmeſſer der ſiebente Theil des Durchmeſſers vom Augapfel iſt, und deſſen Mittelpunkt von dem der Oeffnung des Auges entgegengeſetzten Punkte um $\frac{1}{25}$ dieſes Durchmeſſers entfernet, und ein wenig über der Mitte des Auges erhaben liegt Weil dieſe unempfindliche Stelle mit dem Eintritte des Sehenerven zuſammentrifft, ſo, ſaget er, durfte dieſe nicht mitten auf dem Boden des Auges, der Augenöffnung gerade gegenüber eintreten, weil uns ſonſt alle Gegenſtände durchlöchert erſcheinen würden. Jetzt aber verlieren wir nur die zur Seite unter einem gewiſſen Winkel gelegenen Gegenſtände aus dem Geſichte, aber nur mit einem Auge, nie mit beyden zugleich. Ferner, ſaget er, mußte der Sehenerve ſenkrecht eintreten, damit er durch ſeinen Eintritt ſo wenig Raum, als möglich, unnütz machte. Gingen die Sehenerven von ihrem Urſprunge gerade nach dem

α) Traité des ſens p. 171.
β) Comment. Acad. Petropol. Tom. I. p. 314.

dem Auge zu, ſo wäre eines dieſer beyden erforderlichen Stücke nothwendig verabſäumet, welche jetzt, da ſich die Nerven vor dem Eintrite kreuzen, beyde erhalten werden.

Dieſer Erfahrung zu Folge glaubte alſo Mariotte, daß die Netzhaut nicht der eigentliche Sitz des Sehens wäre, beſonders da er ſie durchſichtig zu ſeyn fand, wie die kryſtallene und andere Feuchtigkeiten des Auges. Dagegen hielt er die Aderhaut weit empfindlicher als die Netzhaut, und behauptete, daß dieſes der eigentliche Sitz des Sehens ſey, theils weil ſie an der unempfindlichen Stelle ganz fehle, theils weil die Regenbogenhaut, als eine Fortſetzung von ihr bey der Erweiterung und Verengerung des Augenſterns ſo viel Empfänglichkeit gegen das Licht äußere, theils aber auch wegen der ſchwarzen Farbe der Aderhaut. Dieſe Meinung haben nachher mit mehreren Gründen Mery [α]), le Cat [β]), Michell u. a. zu vertheidigen geſuchet. Le Cat glaubte die Entdeckung gemacht zu haben, daß überhaupt die dünne Hirnhaut (pia mater), und nicht die Nerven ſelbſt, das Werkzeug aller Empfindung ſey, und daß ſie ſich beym Eintritte des Sehenerven in zwey Lamellen theile, deren eine die Aderhaut bilde. Er behauptete, die Netzhaut empfange den Eindruck des Lichtes, mäßige ihn, und bereite ihn zu für das Werkzeug, welches er eigentlich rühren ſoll, habe aber ſelbſt keine Empfindung davon. Dagegen erklären ſich für die Netzhaut Pacquet, de la Hire, Perrault u. a. Auch ſcheint es der Analogie der andern Sinneswerkzeuge angemeſſener zu ſeyn, den eigentlichen Sitz der Empfindungen in die Nerven zu ſetzen, welche die Netzhaut, die doch dem unmittelbaren Eindrucke des Lichtes ausgeſetzet iſt, in unendlicher Menge enthält. Die Geſchichte des Streites beyder Theile nebſt ihren Gründen hat Prieſtley in ſeiner Geſchichte der Optik (Ueberſetzung S. 146 f.) umſtändlich erzählet.

Porterfield [γ]) bemerket, daß die angeführte Stelle der Netzhaut dieſerwegen unempfindlich ſeyn könne, weil ſie daſelbſt

α) Memoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1704.
β) Traité des ſens. p. 176 ſeq.
γ) On the Eye. Vol. II. p. 254.

ſelbſt nicht ſo weich und zart ſey, wie ſie es werde, wenn ſie ſich über die Aderhaut ausbreite, und daß ſie in den Thieren, wo der Sehenerve in der Mittellinie des Auges eintrete, daſelbſt eben ſo zart, und vermuthlich eben ſo empfindlich wie an andern Stellen gefunden werde. Der Herr von Haller α) ſaget, der ganze Verſuch von Mariotte beweiſe nichts; denn an der unempfindlichen Stelle ſey eigentlich gar keine Netzhaut vorhanden, ſondern eine weiße, celluloſe und poröſe Haut, welche zum Sehen untauglich ſeyn könne, ohne daß es die Netzhaut auch ſey. Die Aderhaut könne nicht das Werkzeug des Sehens ſeyn, weil ſie an Menſchen und Vögeln, beſonders aber an Fiſchen, inwendig mit einem ſchwarzen Schleime bedecket ſey, dadurch die Strahlen nicht dringen können. Geſetzt aber auch, ſie ſollten wirklich hindurch gehen, ſo würden ſie, fährt er fort, auf die dunkelbraune, zottige und lederartige Oberfläche der Ruyſiſchen Lamelle der Aderhaut treffen, und darunter eine unzählige Menge kleiner Gefäße, aber keine oder wenig Nerven finden, ſo daß nirgend ein vollſtändiges zuſammenhangendes Bild entworfen werden könne. Auch bemerket Zinn β), daß die Aderhaut keine Fortſetzung der dünnen Haut des Sehenerven ſey, oder mit der dünnen Hirnhaut zuſammenhange; vielmehr finde man beyde durch ein zelliges Gewebe von einander abgeſondert. Alle dieſe Gründe ſcheinen völlig hinreichend zu ſeyn, den eigentlichen Satz des Sehens auf der Netzhaut als ausgemacht anzunehmen.

Vor einigen Jahren entdeckte Sömmering in der Netzhaut des Menſchenauges eine Art von länglicht runder Oeffnung, welche ungefähr 2 Linien vom Sehenerven nach den Schläfen zu entfernet iſt, $\frac{1}{4}$ Linie im Durchmeſſer hat mit ausnehmend dünnen Einfaſſungen, und rund umher einen gelblichen Kreis, etwa 3 Linien im Durchmeſſer, und wird von einer Falte in der Netzhaut bedeckt. Am deutlichſten wird

α) Phyſiologia Vol. V. p. 474.
β) Deſcriptio anatom. oculi humani. p. 37. 38.

wird ſie einige Tage nach dem Tode entdeckt, weil ſich alsdann der Ring umher von einer dunkeln Farbe zeiget. Man vermuthete daher, daß es dieſe Stelle der Netzhaut ſey, welche gegen das Licht unempfindlich iſt. Indeſſen hat man an dieſer Oeffnung verſchiedene Meinungen aufgeſtellt. **Buzzi** und **Michaelis** glaubten, ſie ſey eine ſehr feine und durchſichtige Stelle der Netzhaut; **Sömmering**, **Meckel** und **Reil** halten ſie dagegen für eine Stelle, an welcher wirklich alle Netzhaut fehlt; und Herr **Wildt** in Göttingen meinte, die Netzhaut laufe im lebenden Auge an dieſer Stelle in ein Bündel der feinſten Nervenſpitzen aus, auf welche das Bild im Auge hingeworfen werde; beym Tode zögen ſich dieſe zurück, und dadurch entſtünden die runde Oeffnung und der gefärbte Ring rund um ſie her.

Home *) äußert folgende Meinung. Bey der Trennung der Glasfeuchtigkeit des Auges von der Netzhaut fand er ſie an dieſer Stelle ſtärker als an den andern hängend. Indem ſie fortbeweget wird, geht die Netzhaut mit fort, und bildet eine kleine Falte, in deren Mittelpunkte ſich dieſe kleine Oeffnung findet. Die Falte um die Oeffnung entſtehet daher erſt beym Proponiren des Auges. Auch fand **Home** dieſe Oeffnung nicht allein im Menſchenauge, ſondern auch in dem Auge des Affen. Im Ochſen- und Schafauge fand er ſtatt derſelben in der Glasfeuchtigkeit ein halbdurchſichtiges Röhrchen, welches einem lymphatiſchen Gefäße ähnlich, unmittelbar an der Schlafſeite des Sehenerven über der Netzhaut anfing, $\frac{1}{5}$ Zoll hoch in die Glasfeuchtigkeit ſenkrecht hinauf ging, und hier ſich verlor. Hieraus ſchließt nun **Home**, daß alle bisherige Muthmaßungen über den Zweck und Nutzen dieſer Oeffnung höchſt wahrſcheinlich irrig ſind, und ſie nichts anders als die Mündung eines lymphatiſchen Gefäßes iſt, beſtimmt, die verdorbenen Theile der Glasfeuchtigkeit und der Kryſtalllinſe abzuführen, um dieſe

*) An Account of the Orifice in the Retina of human Eye, discovered by Prof. *Sömmering*. To which are added Proofs of this Appearance being extended to the Eyes of other Animals. By *Everard Home*. Philoſ. Transact. for 1798. p. 332–345.

dieſe beſtändig fort durchſichtig zu erhalten. Sie könne, ſagt er, gar keinen Einfluß auf das Sehen haben, weil der gelbe Ring, der ſie umgebe, ſich erſt mehrere Stunden nach dem Tode zeige, und in der Folge immer dunkeler werde, welches ſchon eine Veränderung des Auges beweiſe. Selbſt der Verſuch des **Mariotte** laſſe ſich daher nicht erklären, wenn das Bild des betrachteten Gegenſtandes auf ſie falle; denn die Oeffnung liege nicht ſo, daß dieß wirklich der Fall wäre. Auch ſey die Oeffnung viel zu klein, als daß ſie irgend einen Mangel im Sehen veranlaſſen könnte, da die Blutgefäße, die ſich über die Netzhaut hinziehen, viel breiter als dieſe Oeffnung ſind, und doch keinen Theil des Biltes auffangen [α]).

Was die Lehre vom deutlichen und undeutlichen Sehen betrifft, ſo findet man hiervon ſehr viel Lehrreiches in einer Abhandlung von Dr **Jurin**, welche dem Smith'ſchen Lehrbegriff der Optik [β]) beygefüget iſt, womit beſonders noch **Lambert** [γ]) und **Adams** [δ]) verglichen werden kann. Eine Sache ſiehet man **deutlich**, wenn ihre Grenzen beſtimmt erſcheinen, und die Farbe und Lage ihrer Theile genau erkannt werden kann; **hell** hingegen, wenn von ihr Licht genug ins Auge kommt, um erkannt und von andern Sachen unterſchieden zu werden. Man muß beydes wohl von einander unterſcheiden. In Anſehung der Helligkeit kommt es 1) auf die Lichtmenge an, welche von dem Gegenſtande auf den Augenſtern fällt, 2) auf die Farbe ſowohl des Objektes ſelbſt, als der ihn umgebenden Körper, 3) auf die Art und Weiſe, wie das Licht auf ihn fällt, oder von demſelben reflektiret wird, 4) auf die Weite des Augenſternes, 5) auf die Reinheit und Durchſichtigkeit der Feuchtigkeiten des Auges und der geſunden Beſchaffenheit der übrigen zum Sehen erforderlichen Theile, und 6) auf die Durchſichtigkeit des

α) Grens Annalen der Phyſik, fortgeſ. von Gilbert. B. II. S. 245.
β) Deutſche Ueberſetz. durch Käſtner. S. 483 u. f.
γ) Photometrie. S. 490 u. f.
δ) Anweiſung zur Erhaltung des Geſichts und zur Kenntniß der Natur des Sehens. Aus dem Engl. von Friedrich Kries. Gotha, 1794. 8.

Dunſtkreiſes. Zum deutlichen Sehen wird, wie bereits unter dem Artikel, **Auge**, bemerket iſt, erfordert, daß die von einem jeden Punkte der Sache auf das Auge fallende Strahlen auf der Netzhaut wieder in einen Punkt vereiniget werden. **Jurin** zeiget aber, daß eine ſo genaue Vereinigung, beſonders bey etwas großen Gegenſtänden nicht einmahl nöthig ſey. Man kann daher das **vollkommene Sehen** von dem bloß **deutlichen** unterſcheiden. Das vollkommene Sehen kommt bey der beſtimmten Beſchaffenheit des Auges auf die Entfernung der Gegenſtände, das deutliche Sehen aber zugleich auf die Größe derſelben an. **Adams** bemerket noch, daß zum deutlichen Sehen auch eine hinreichende Helligkeit des Gegenſtandes, gehörige Größe des Bildes und geſunde Beſchaffenheit des Auges erfordert werden. Vereinigen ſich die Strahlenkegel nicht genau auf der Netzhaut, ſo breitet ſich alsdann das Bild eines jeden Punktes in einen kleinen Kreis, den **Zerſtreuungskreis**, aus, und das Ineinandergehen dieſer Kreiſe verurſachet die Undeutlichkeit. Die Größe dieſer Kreiſe hängt von der Entfernung der Gegenſtände ab; dieſe erſcheinen deſto undeutlicher, je kleiner ſie ſind. Und eben von dieſen Zerſtreuungskreiſen rührt es her, daß am Umfange der Gegenſtände ein Lichtrand um das Bild derſelben entſtehet, welcher ihre ſcheinbare Größe um etwas vermehret.

Für jedes Auge gibt es eine gewiſſe Entfernung, bis auf welche es ohne alle Anſtrengung die Objekte deutlich ſehen kann, die **natürliche Weite des vollkommenen Sehens** (diſtantia viſionis diſtinctae). Weil jedoch das Auge noch ein Vermögen beſitzet, ſeine Einrichtung etwas zu ändern, ſo ſieht es auch noch auf andere Weiten vollkommen und es entſtehen daher **Grenzen des vollkommenen Sehens**. Da überdem das Auge, beſonders bey großen Gegenſtänden, eine gewiſſe Undeutlichkeit vertragen kann, ſo laſſen ſich dieſe Grenzen noch mehr erweitern, und auf ſolche Art bekömmt man Grenzen des bloß **deutlichen** oder **guten Sehens**. Wenn man aber auch auf dieſe Unterſchiede genau Rückſicht

nimmt, ſo ſieht man doch ſehr leicht ein, daß noch außerdem viele Umſtände vorhanden ſeyn können, die es ungemein erſchweren, ſolche Grenzen durch Verſuche richtig zu beſtimmen. So können z. B. die verſchiedenen Grade der Helligkeit und kleine Fehler am Auge ungemein verſchiedene Reſultate verurſachen. Daher kommt es auch, daß die Angaben hierüber ſo ſehr verſchieden ſind. Von den Grenzen des Sehens überhaupt bemerket Adams folgendes: Befindet ſich das Auge im Dunkeln, ſo erkennt es die Gegenſtände bey einem geringen Grade von Helligkeit. Gewiſſen Rechnungen zu Folge würde ein Gegenſtand, welchen wir bey Tage in einer Entfernung ſehen können, die 3436 Mahl ſo groß als ſein Durchmeſſer iſt, bey der Nacht in einer hundert Mahl größern Entfernung noch ſichtbar ſeyn, wenn er eben ſo hell bliebe. So ſehen wir den ſchwachen Schein eines Lichtes in einer dunkeln Nacht ſehr weit, ſo wie die Sterne am Himmel, welche das Tageslicht verdunkelt, oder auch die Sonnenſtäubchen in einem dunkeln Zimmer, welche bey völliger Erleuchtung deſſelben von der Sonne verſchwinden. Außerdem wird die Stärke des Sehens durch fremdartige Theile, die in der Luft ſchweben, und durch die Dünſte in derſelben eingeſchränkt, indem dieſe das Licht auffangen. Daher ſcheinen die Himmelskörper am Horizonte ein ſchwächeres Licht zu beſitzen, weil ſie ganz durch den Theil der Atmoſphäre geſehen werden, der an der Erde liegt. Berge und Hügel, welche in einer ſehr großen Entfernung bey einem heitern Morgen ſichtbar waren, verſchwinden nach und nach unſerm Auge, wenn bey vorrückendem Tage mehr Dünſte in die Höhe ſteigen. Vorzüglich wird die Deutlichkeit des Sehens durch die wellenförmige Bewegung der Dünſte geſchwächt, welche den Objekten eine gleich zitternde Bewegung mittheilet, und durch das Fernrohr noch merklicher wird. Ein noch anderer Umſtand, welcher auf die Weite des Sehens Einfluß hat, iſt die Größe des Gegenſtandes in Vergleichung mit ihrer Entfernung. Wenn die Gegenſtände nicht für ſich leuchtende Körper ſind, ſo muß ihr Bild, um

merklich zu werden, eine gewiſſe Größe auf der Netzhaut beſitzen. M. ſ. **Sehewinkel.** Befinden ſich Gegenſtände auf einem Grunde von anderer Farbe, ſo ſind ſie unter einem weit kleinern Winkel ſichtbar, als die Theile eines zuſammengeſetzten Objektes. Hierbey kommt es vorzüglich auf den Grad der Helligkeit an; ſo können bey einem geringen Grade mehrere an einander grenzende Gegenſtände ſelbſt unter einem beträchtlich groſſen Sehewinkel kaum von einander unterſchieden werden. Wenn auch ein Objekt nach der einen Richtung zu klein iſt, um erkannt zu werden, ſo kann es doch in einer andern Richtung, bey welcher es ſich merklich ausdehnet, ins Auge fallen. So ſieht man eine lange dünne Stange noch in einer Entfernung, in welcher man ein Viereck von gleicher Breite nicht mehr ſieht. Aus dieſer Urſache läßt ſich ein kleiner Gegenſtand eher bemerken, wenn er ſich beweget. Ein kleiner Stern, den man bey Tage oder in der Dämmerung kaum erkennt, wird bemerkbar, wenn man das Fernrohr hin und her bewegt. Uebrigens hängt aber das meiſte in allen dieſen Fällen von der Beſchaffenheit des Auges ab; einige ſind gegen die Eindrücke des Lichtes empfindlicher, als andere.

Dr. Jurin ſetzt die kleinſte Weite des vollkommenen Sehens aus vielen Beobachtungen insgemein auf 5, 6 oder 7 Zoll. Die größte Weite des deutlichen Sehens zu beſtimmen, ward ihm ſchwerer, indem man auch noch deutlich ſieht, wenn gleich die Vereinigunspunkte der Strahlen ein wenig vor oder hinter der Netzhaut fallen; überdem kann auch dieſe Weite deſto größer ſeyn, je größer die Objekte ſind. Dieß läßt ſich durch folgenden Verſuch erweiſen. Man ſtelle ein gedrucktes Blatt, auf welchem Buchſtaben von drey bis vier verſchiedenen Größen vorkommen, in eine ſolche Entfernung, daß das Auge ohne alle Anſtrengung ſie noch deutlich ſiehet; man kann alsdann annehmen, daß ihre Bilder jetzt gerade auf der Netzhaut liegen. Ruckt man nun das Blatt dem Auge immer näher, ſo fängt zuerſt der kleinſte Druck undeutlich zu werden an, indeß der größere noch

deutlich

deutlich bleibt; bringt man es noch näher, ſo wird zuerſt der zunächſt größere Druck undeutlich u. ſ. f. Der Grund davon iſt dieſer: daß bey kleinen Gegenſtänden die Zerſtreuungskreiſe weit geſchwinder ein merkliches Verhältniß zu der Größe der Gegenſtände ſelbſt, und zu ihren Entfernungen von einander erhalten Ein großer Druck wird zwar bey gleichen Zerſtreuungskreiſen ſchlechter begrenzt, allein noch immer deutlich genug zu ſehen, wenn bey einem kleinern der Zerſtreuungskreis des einen Buchſtaben in den Zerſtreuungskreis des andern hineingeht. Dr. Jurin ſetzt endlich durch eine Rechnung (welche auf die Entfernung zweyer Sterne von bekannter Lage, die man noch unterſcheiden kann, und auf die Größe der Brechungen im Auge gegründet iſt) 14 Fuß 5 Zoll; dagegen nimmt Porterfield nach einer andern Methode für ſein eigenes Auge nur 27 Zoll an. Adams ſetzt die gewöhnliche Weite, einen ſchönen und großen Druck deutlich zu leſen, höchſtens auf 15 bis 16 Zoll; dahingegen dieſelbe beträchtlich groß werden kann, wenn die Gegenſtände ſelbſt ſehr groß ſind, und viel auf ein Mahl zu überſehen erfordern. Uebrigens wird von einem Gegenſtande allemahl derjenige Theil am deutlichſten geſehen, auf welchen die Augenaxe gerichtet iſt.

Dem undeutlichen Sehen wird nach Jurin's Meinung auf eine doppelte Art abgeholfen, indem ſich das Auge entweder ſo einrichtet, wie es zum deutlichen Sehen in einer andern Entfernung nöthig iſt, oder indem es die Oeffnung des Augenſterns verengert, welches letztere hauptſächlich bey ſtärkerm Lichte gebrauchet wird, und iſt ſchon oft allein hinreichend, indem ſich dabey auch die Zerſtreuungskreiſe zuſammenziehen. Bey einem ſchwachen Lichte aber zieht ſich der Augenſtern ſo wenig zuſammen, daß er ſich vielmehr erweitern muß, um mehr Licht hinein zu laſſen.

In einigen Fällen liegt, wie Jurin beobachtet hat, die Urſache des undeutlichen Sehens in der Unſtandhaftigkeit des Auges. So ſind wir z. B. wohl vermögend, einen einzelnen weißen Strich auf einem ſchwarzen Grunde, aber nicht

einen weißen Strich zwiſchen zwey ſchwarzen auf weißem Grunde zu erkennen. Denn im letzten Falle wird bey einer noch ſo kleinen Bewegung des Auges das Bild des einen oder des andern Strichs auf die Stelle der Netzhaut rücken, auf welche vorher das Bild des ſchwarzen Strichs lag; mithin wird dieß eine ſolche Verwirrung im Sehen verurſachen, daß man den weißen Strich nicht deutlich wahrnimmt, und von dem ſchwarzen unterſcheidet; es wird alſo hieraus der Anſchein eines einzigen, breiten ſchwarzen Strichs entſtehen, ohne daß man einen weißen Zwiſchenraum wahrnehmen könnte. Der Zwiſchenraum zwiſchen zwey Stecknadeln, welcher eben ſo groß als ihre Breite war, gegen das Tageslicht betrachtet, ließ ſich nicht mehr erkennen, wenn er unter einem kleinern Winkel, als 40 Sekunden, ins Auge fiel.

Hält man ein Parallellineal nicht weit geöffnet gerade vor das Auge, ſo daß man dadurch das Tageslicht ſehen kann, ſo wird der Zwiſchenraum, in der kleinſten Entfernung zum deutlichen Sehen, wie ein einziger heller Strich ſich zeigen. Bringt man aber das Parallellineal näher ans Auge, ſo wird der Zwiſchenraum doppelt, wie zwey helle Striche mit einem dazwiſchen liegenden dunkeln, erſcheinen, und mit Veränderung der Oeffnung oder der Entfernung wird man nicht allein mehrere helle und dunkele Striche eins um das andere, ſondern ſo viel wahrnehmen, daß man ſie nicht zählen kann, beſonders wenn man durch die Oeffnung nach einer Lichtflamme ſieht. Eben dieß nimmt man auch wahr, wenn das Lineal in allzu großer Entfernung von Kurzſichtigen, oder von Weitſichtigen durch ein erhabenes Glas betrachtet wird. Ein ſehr kleines Nadelloch in einem Stücke Papier gegen das Licht gehalten erſcheinet, ſo bald es ſeine Deutlichkeit verlieret, wie mit Strahlen umgeben. Dieſe Erſcheinungen will Dr. Jurin aus der Newtoniſchen Hypotheſe von den Anwandlungen des leichtern Durch- und Zurückgehens erklären. Robins aber erkläret ſie aus der Anſtrengung des Auges, welche es ſich geben muß, um außer den Grenzen des deutlichen Sehens etwas zu unterſcheiden,

ſcheiden, wodurch die Oberfläche ungleich geſpannt und runzelig werde.

M. ſ. **Prieſtley** Geſchichte der Optik. Aus dem Engl. durch **Klügel**. S. 69. 143 u. f. 475 f. 514 f. **Smiths** vollſtändiger Lehrbegriff der Optik durch **Käſtner**, an verſchiedenen Stellen. **Georg Adams** Anweiſung zur Erhaltung des Geſichts und zur Kenntniß der Natur des Sehens. Aus dem Engl. von **Friedr. Kries**. Gotha, 1794. 8. S. 66–93.

Sehewinkel, Geſichtswinkel, optiſcher Winkel (angulus opticus, angulus viſionis ſ. viſorius, angle optique, angle viſuel). Es ſey (fig. 73.) a b eine gerade Linie, von deren Endpunkten b und a die geraden Linien b c und a c in ein daſelbſt befindliches Auge gezogen worden, ſo nennt man den Winkel a c b den **optiſchen Winkel** oder den **Sehewinkel**, und man ſagt, die Linie a b **erſcheine dem Auge unter dieſem Winkel**. Geſetzt aber auch, es wäre a b irgend ein anderer Gegenſtand, von welcher Geſtalt und Größe man will, ſo kann man ſich vorſtellen, die Augenaxe ſey auf die Mitte des Gegenſtandes gerichtet, und durch die Axe eine Ebene gelegt, in welcher a und b die äußerſten ſichtbaren Punkte ſind, ſo heißt auch dieſer Winkel a c b der **Sehewinkel**, unter welchem die Länge oder Breite des ſichtbaren Gegenſtandes dem Auge in dieſer Ebene erſcheinet. Die Schenkel a c und b c dieſes Winkels ſind eigentlich die Axen der von den äußerſten Punkten eines erleuchteten Gegenſtandes auf den Augenſtern fallenden Strahlenkegel. Weil nun bey den Unterſuchungen über die Erſcheinungen, welche vom Sehewinkel abhangen, die Strahlen, welche durch den Mittelpunkt des Augenſternes gehen, allein gebrauchet werden, ſo kann man ſich dabey den Augenſtern als einen Punkt vorſtellen, in welchen alle Strahlen eines erleuchteten Gegenſtandes zuſammenfallen. Da man aber von ſolchen Strahlen, welche auf die Mitte des Sterns auffallen, annehmen kann, daß ſie ungebrochen ins Innere des Auges gehen, ſo werden auch ihre Verlängerungen c f und c e auf die Grenzen des Bildes e f fallen, welches auf

der Netzhaut entworfen wird, ſo vereinigen ſich alle von a herkommende Strahlen auf der Netzhaut in f, und die von b auffallenden in e, und die damit verbundene Empfindung ſtellt den Gegenſtand ſo dar, daß ſeine ſcheinbaren Grenzen genau zwiſchen die Schenkel des Sehewinkels fallen.

Weil wir gewohnt ſind, die Größe der ſichtbaren Gegenſtände nach der Größe der optiſchen Winkel abzumeſſen, ſo müſſen uns natürlich diejenigen gleich groß ſcheinen, welche unter gleich großen Winkeln geſehen werden; im Gegentheil aber ungleich groß, wenn dieſe ungleich groß ſind. Einerley Objekte können auch in verſchiedenen Entfernungen gleich groß ſcheinen, wenn nur die Sehewinkel gleich groß ſind.

Wenn das Auge einen Theil von der Oberfläche eines Körpers überſieht, ſo hängt es allein von der Figur des Körpers ab, was die Durchſchnittslinie der Ebene des optiſchen Winkels zwiſchen a und b mit jedem Theile der Oberfläche für eine Geſtalt hat. Wäre dieſer Theil eine ebene Fläche, ſo würde die Durchſchnittslinie eine gerade Linie ſeyn; und wenn die Geſichtsaxe auf dieſer Ebene ſenkrecht iſt, ſo iſt ſie auch auf a b ſenkrecht. Wäre aber dieſer Theil keine ebene Fläche, ſo kann man ſich doch immer eine Ebene durch a und b vorſtellen, welche auf der Ebene des optiſchen Winkels ſenkrecht iſt. Wenn alsdann dieſe Ebene auf der Geſichtsaxe ſenkrecht iſt, ſo iſt auch a b auf der Geſichtsaxe ſenkrecht. Uebrigens kann man a b den **ſichtbaren Durchmeſſer** nennen, weil dieſer Durchmeſſer nicht allemahl die wahre Höhe oder Breite des ſichtbaren Gegenſtandes angibt. In dieſer Rückſicht wird alsdann auch der Sehewinkel der **ſcheinbare Durchmeſſer**, und die Hälfte deſſelben der **ſcheinbare Halbmeſſer** genennt. Man ſieht aber leicht, daß hier bloß von der reinen optiſchen Darſtellung die Rede iſt. Denn ſo bald wir aus der Größe des optiſchen Winkels auch wirklich über die wahre Größe des Gegenſtandes urtheilen, ſo iſt der Sehewinkel nicht mehr mit dem ſcheinbaren Durchmeſſer oder der ſcheinbaren Größe einerley. In dieſem

dieſem Verſtande iſt die ſcheinbare Größe etwas ſehr Unbeſtimmtes, welches von willkührlicher Schätzung abhängt, da hingegen der Sehewinkel in einem jeden Falle beſtimmt iſt. M. ſ. Größe, ſcheinbare.

Wäre die Geſichtsaxe cd auf der Mitte des ſichtbaren Durchmeſſers ſenkrecht, mithin dca der ſcheinbare Halbmeſſer und ab der ſichtbare Halbmeſſer, ſo hat man für den Halbmeſſer = 1, $dc : ad = 1 : \text{tang. } dca$, folglich $ad = dc \,.\, \text{tang. } dca$, und $2 \,.\, ad = ab = 2 \,.\, dc \,.\, \text{tang. } dca = 2 \,.\, dc \,.\, \text{tang. } \frac{1}{2}\, acb$. Setzt man nun den optiſchen Winkel $acb = \alpha$, die Entfernung des Auges von dem ſichtbaren Durchmeſſer $= \beta$, und den ſichtbaren Durchmeſſer $= \gamma\, 1$, ſo iſt $\gamma = \beta \,.\, \text{tang. } \frac{1}{2}\, \alpha$. Wenn alſo der optiſche Winkel nebſt der Entfernung des Auges vom ſichtbaren Durchmeſſer bekannt iſt, ſo läßt ſich der ſcheinbare Durchmeſſer finden. Ueberhaupt ſind α, β, γ drey Größen, welche ſo von einander abhangen, daß die dritte leicht gefunden werden kann, wenn zwey davon bekannt ſind. Denn aus $\gamma = 2\,\beta \,.\, \text{tang. } \frac{1}{2}\, \alpha$ ergibt ſich $\beta = \frac{1}{2} \,.\, \frac{\gamma}{\text{tang. } \frac{1}{2}\, \alpha}$, und $\text{tang. } \frac{1}{2}\, \alpha = \frac{1}{2} \,.\, \frac{\gamma}{\beta}$. Wären für einen andern Gegenſtand ω, n, ϵ der optiſche Winkel, die Entfernung des Auges von dem ſcheinbaren Durchmeſſer, und der ſichtbare Durchmeſſer, ſo hat man auch $\text{tang. } \frac{1}{2}\, \omega = \frac{1}{2} \,.\, \frac{\epsilon}{n}$, mithin $\text{tang. } \frac{1}{2}\, \alpha : \text{tang. } \frac{1}{2}\, \omega = \gamma \,.\, n : \epsilon\,\beta$. Hieraus laſſen ſich nun ſehr leicht folgende Sätze ableiten.

1) Das Verhältniß der ſcheinbaren Halbmeſſer iſt zuſammengeſetzt aus dem Verhältniſſe der ſichtbaren Durchmeſſer und aus dem verkehrten Verhältniſſe der Entfernungen derſelben vom Auge.

2) Sind die ſichtbaren Durchmeſſer einander gleich, ſo verhalten ſich die Tangenten der ſcheinbaren Halbmeſſer umgekehrt wie die Entfernungen.

3) Sind

3) Sind die Entfernungen einander gleich, ſo verhalten ſich die Tangenten der ſcheinbaren Halbmeſſer, wie die ſichtbaren Halbmeſſer.

4) Wären die beyden Sehewinkel einander gleich, mithin tang. $\frac{1}{2}\alpha$ = tang $\frac{1}{2}\omega$, ſo iſt auch $\gamma . n = \epsilon . \beta$, und daher $\gamma : \epsilon = \beta : n$, und es verhalten ſich die ſichtbaren Durchmeſſer, wie die Entfernungen derſelben vom Auge.

5) Weil ſich kleine Winkel ſehr nahe, wie ihre Tangenten ſelbſt verhalten, ſo kann man in den Sätzen 1, 2, 3 bey kleinen Sehewinkeln ohne merklichen Fehler die Winkeln ſelbſt ſtatt der Tangenten ſetzen.

Wenn die Augenaxe (fig. 74.) fc gegen den Mittelpunkt c einer Kugel gerichtet iſt, und man ſchneidet die Kugel mit einer Ebene durch den Mittelpunkt, in welcher die Augenaxe fc liegt, zieht alsdann noch die Tangenten df und ef, ſo iſt klar, daß das Auge nur den Bogen dae überſehen kann, und es iſt nun dfe der optiſche Winkel, dfc der ſcheinbare Halbmeſſer, de der ſichtbare Halbmeſſer, und dg der ſichtbare Halbmeſſer. In dem Dreyecke cdf hat man cf : cd = 1 : ſin. cfd, mithin ſin. cfd $= \frac{cd}{cf}$, oder ſin. $\frac{1}{2}$ dfe $= \frac{cd}{cf}$. Setzt man dfe $= \alpha$, fc $= \beta$ und de $= \gamma$, und cd $= \varrho$, ſo hat man ſin. $\frac{1}{2}\alpha = \frac{\varrho}{\beta}$. Hieraus findet man ferner $\beta = \frac{\varrho}{\text{ſin. } \frac{1}{2}\alpha}$, und $\varrho = \beta$. ſin. $\frac{1}{2}\alpha$, ſo daß allemahl eine von dieſen dreyen Größen α, β, ϱ gefunden werden kann, wenn die beyden übrigen bekannt ſind. Ferner hat man cd : dg = 1 : ſin. dcg, aber ſin. dcg = $90^\circ - \frac{1}{2}\alpha$, folglich coſ. $\frac{1}{2}\alpha$ = ſin. dcg, und es ergibt ſich $\varrho : \frac{1}{2}\gamma = 1 :$ coſ. $\frac{1}{2}\alpha$, folglich $\frac{1}{2}\gamma = \varrho$. coſ. $\frac{1}{2}\alpha$, und $\gamma = 2\varrho$ coſ. $\frac{1}{2}\alpha$. Demnach findet man den ſichtbaren Durchmeſſer aus dem wahren Halbmeſſer der Kugel und aus dem optiſchen Winkel.

Sind alſo zwey gleich große Kugeln vom Auge ungleich weit entfernet, ſo verhalten ſich die Sinus der ſcheinbaren Halbmeſſer oder die optiſchen Winkel umgekehrt, wie die Entfernungen der Kugeln vom Auge. Uebrigens iſt das Stück der Kugelfläche, welches das Auge auf ein Mahl überſehen kann, allemahl kleiner als die Halbkugel. Wäre die Kugel ſehr weit vom Auge entfernet, wie z. B. die Sonne vom Auge des Beobachters auf der Erde, ſo kann man ohne merklichen Fehler annehmen, daß das Auge auf ein Mahl die völlige Halbkugelfläche überſehen könne. In dieſem Falle läßt ſich alsdann der ſichtbare Halbmeſſer dg für den wahren cd annehmen, und man findet vermöge der Formel $\gamma = 2\beta$ tang. $\frac{1}{2}\alpha$ den wahren Durchmeſſer der Kugel.

Exempel. Es ſey der Sehewinkel, unter welchem der Halbmeſſer der Sonne erſcheinet (der ſcheinbare Halbmeſſer der Sonne) $= 16'$, und der Sonne Entfernung vom Auge $= 24200$ Erdhalbmeſſer, ſo iſt nun $\frac{1}{2}\alpha = 16'$, $\beta = 24200$ Erdhalbmeſſer. Die Tangente von $\frac{1}{2}\alpha$ iſt nach den Tafeln $= 0{,}0046542$, mithin die wahre Größe des Sonnendurchmeſſers $= 2 . 24200 . 0{,}0046542 = 2 . 112{,}7 = 225{,}4$ Erdhalbmeſſer.

Wäre die Augenaxe (fig. 73.) cd ſchief gegen ab gerichtet, ſo müßte außer dem Winkel dcb auch der Winkel dcb gegeben ſeyn. Alsdann läßt ſich eine von den drey Größen dcb, db und dc trigonometriſch finden, wenn die beyden andern gegeben ſind. Gewöhnlich nimmt man aber in der Phyſik ſolche Fälle an, wo die Augenaxe auf die Mitte des Gegenſtandes gerichtet, und auf ab ſenkrecht iſt, wofür die obigen Formeln gelten.

Die Größe des Bildes ef auf der Netzhaut iſt $= 2 . eg$ tang. $\frac{1}{2}$ dcb, wo eg oder die Entfernung der Kryſtalllinſe von der Netzhaut auf die Einrichtung des Auges ankommt. Bey einerley Einrichtungen des Auges verhalten ſich die Größen der Bilder, wie die Tangenten der halben Sehewinkel, oder bey kleinen Winkeln wie die Sehewinkel ſelbſt. Es iſt alſo der ſichtbare Halbmeſſer der Größe des Bildes im Auge propor-

proportional, und kleinere Bilder ſind mit Empfindung von geringerer Größe verbunden, obgleich die Größe nicht durch Anſchauung des Bildes erkannt wird. M. ſ. Sehen.

Wenn wir uns von dem Gegenſtande weiter entfernen, ſo wird der Sehewinkel, unter welchem er uns erſcheinet, kleiner, und endlich ſo klein, daß ſich der Gegenſtand unſerm Auge völlig entzieht. Man hat über den kleinſten dem menſchlichen Auge noch empfindlichen Sehewinkel verſchiedene Verſuche angeſtellet. Dr. Hooke [α]) beſtritt Hevels Methode, die Winkel am Himmel durch bloße Dioptern ohne Fernrohr zu meſſen, und glaubte aus Verſuchen annehmen zu können, daß ſelbſt das ſchärfſte Geſicht keine Winkel unter einer halben Minute mehr unterſcheiden könne, und gewöhnliche Augen empfänden ſchon Winkel unter einer Minute nicht mehr. Zwey Sterne, welche um $\frac{1}{2}$ bis eine Minute von einander abſtünden, erſchienen den bloßen Augen wie ein einziger. Smith [β]) beſtätiget dieſes in dem Falle, da der Gegenſtand ein runder ſchwarzer Fleck auf weißem Grunde, oder ein weißer auf ſchwarzem Grunde iſt, weil ein ſcharfes Auge dieſe nicht mehr ſehe, wenn der optiſche Winkel unter 40 Sekunden, mithin die Entfernung vom Auge 5156 Mahl größer, als der ſichtbare Durchmeſſer des Fleckens ſey. Auch der Marquis de Courtivron [γ]) ſchließt aus ſeinen Verſuchen, daß der kleinſte empfindbare optiſche Winkel 40 Sekunden betrage. Smith berechnet für dieſe Größe, daß der Durchmeſſer des Bildes $\frac{1}{8000}$ eines Zolles iſt, und nennt daher ein ſolches Theilchen einen empfindlichen Punkt auf der Netzhaut. Dr. Jurin [δ]) erinnert, daß es hierbey auch auf die Stärke des Lichtes ankomme, da man einen Stern, welcher durch ein Fernrohr betrachtet nur wie ein heller Punkt erſcheine, und keinen Winkel von einer Sekunde am Auge mache, ganz wohl ſehe, ungeachtet ein weißer oder ſchwar-

α) Animaduerſ. in partem primam machinae coeleſtis *Hevelii.*
β) Lehrbegriff der Optik, durch Käſtner. S. 29.
γ) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1752. p. 200.
δ) Smith's Lehrbegriff der Optik, der Ueberſ. S. 502 u. f.

ſchwarzer Flecken von 25 bis 30 Sekunden nicht empfunden werden könne. Auch laſſen ſich Striche in größerer Entfernung wahrnehmen, als Tüpfelchen von gleicher Breite, und längere Striche ſieht man in größerer Entfernung als kürzere, weil die Eindrücke von ihnen mehrere Nerven der Länge nach rühren. Durch Erfahrung fand **Jurin**, daß ein Silberdraht unter einem optiſchen Winkel von $3\frac{1}{2}$ Sekunden, und ein ſeidener Faden unter einem von $2\frac{1}{2}$ Sekunden noch geſehen werden konnte.

Einzelne Objekte bleiben dem Auge auf eine größere Entfernung empfindbar, als gleich große zwiſchen ihnen befindliche Zwiſchenräume. Innerhalb der Grenze des deutlichen Sehens iſt der kleinſte optiſche Winkel für einen Zwiſchenraum etwa um ein Viertel größer, als für einen einzelnen Gegenſtand, z. E. etwa 75 Sekunden, wenn letzterer 1 Minute beträgt. Außerhalb dieſer Grenze aber wird die Entfernung, auf welche ein einzelnes Objekt empfindbar bleibt, viel größer gegen diejenige, in welcher ein gleich großer Zwiſchenraum zweyer ſolcher Objekte erkennbar iſt. Denn alsdann werden die Zerſtreuungskreiſe die Bilder der Gegenſtände vergrößern, die der Zwiſchenräume hingegen verkleinern.

Auch **Tobias Mayer** *) ſuchte durch Verſuche den kleinſten Sehewinkel unter allenthalben Umſtänden zu beſtimmen. Er beobachtete die Entfernung, in welcher ein ſchwarzer Flecken auf ſehr weißem Papiere unkenntlich zu werden anfing, und ſchloß als Mittel aus mehreren ſolchen Verſuchen den kleinſten Sehewinkel auf 34 Sekunden. Schwarze Striche mit Zwiſchenräumen von größerer Breite, als ſie ſelbſt hatten, waren auf größere Entfernung kennbar, als wenn die Zwiſchenräume ſo breit als die Striche ſelbſt waren. War die Erleuchtung ſchwach, ſo ſchien ſich der kleinſte optiſche Winkel wie die Cubikwurzel aus der Entfernung des Lichtes von der Sache zu verhalten.

Es

*) Experim. circa viſus aciem in comment. Goetting. T. IV. p. 97.

Es verſchwinden uns alſo die kleinſten Theile der Objekte z. B. die Blätter der Bäume, wenn ſie ſich in einer ſolchen Entfernung von uns befinden, daß ſie unter einem kleinern Winkeln als 30 bis 40 Sekunden ins Auge fallen. Man ſieht alsdann bloß den Umriß des ganzen Gegenſtandes, ohne ſeine Theile unterſcheiden zu können. Daher kommt es, daß uns entfernte Thürme rund zu ſeyn ſcheinen, wenn wir ihre Ecken nicht gewahr werden. Wälder, Kornfelder u. ſ. f. zeigen ſich in der Ferne wie zuſammenhangende Maſſen, weil wir die Zwiſchenräume der einzelnen Bäume und Stengel nicht mehr unterſcheiden können. Parallel geſetzte Bäume ſcheinen zuſammen zu laufen, weil ihre Breite in der Ferne unter immer kleinen Sehewinkel ins Auge fällt. Wenn eine Allee von Bäumen mehr denn 5000 Mahl länger wäre, als ſie breit iſt, ſo würden beyde Reihen von Bäumen zuſammen zu laufen ſcheinen, indem alsdann der Breite der letztern Bäume nur 40 Sekunden zukömmt.

Eigentlich ſehen wir nur das deutlich, was in der Augenaxe oder nahe dabey liegt. Inzwiſchen lehret doch die Erfahrung, daß wir alle diejenigen Objekte ziemlich deutlich mit ſehen, welche nicht über 45° von der Augenaxe ringsum abliegen. Gemeiniglich wird alſo der größte Sehewinkel, welchen das Auge mit Deutlichkeit umfaſſen kann, = 90° und ſo angenommen, daß auf jeder Seite der Augenaxe die Hälfte davon liegt. M. ſ. **Geſichtsfeld.**

M. ſ. **Prieſtley** Geſchichte der Optik, a. d. Engl. durch **Klügel** S. 484 u. f. **Smiths** vollſtändiger Lehrbegriff der Optik durch **Käſtner** S. 29. §. 97. S. 102. §. 68 u. f. **Karſten** Anfangsgründe der mathemat. Wiſſenſchaften B. III. Greifsw. 1780. 8. Optik. Abſchnitt II.

Sehungsbogen (arcus viſionis, arc de viſion). Man verſtehet unter dem Sehungsbogen eines Sternes (arcus viſionis ſ. emerſionis ſideris) die geringſte Tiefe der Sonne unter dem Horizonte, bey welcher der Stern ſichtbar wird. So lange die Sonne über dem Horizonte iſt, wird das Licht aller übrigen Geſtirne durch ihren

unge-

ungemein ſtarken Glanz verdunkelt. Nur zu gewiſſen Zeiten ſind der Mond und die Venus am Tage ſichtbar; alle übrige Geſtirne aber können erſt nach Sonnenuntergang geſehen werden, und zwar um deſto eher nimmt man ein ſolches Geſtirn gewahr, je größer ſeine ſcheinbare Größe und je ſtärker ſeine Lichtglanz iſt.

Wenn man nach dem Untergange der Sonne die Zeit nach einer genauen Uhr beobachtet, welche verfließt, ehe man den Stern ſehen kann, ſo läßt ſich aus dieſer Zeit und dem Stande der Sonne die Tiefe der letztern unter dem Horizonte für dieſen Augenblick finden, und dieſe iſt der Sehungsbogen des Sternes. Uebrigens begreift ein jeder ſehr leicht, daß bey ſolchen Beobachtungen keine genauen Reſultate zu erwarten ſind, theils wegen der verſchiedenen Beſchaffenheit der Augen, theils aber auch wegen der Veränderlichkeit der Atmoſphäre, beſonders bey den Planeten, wo es überdem noch auf die Entfernung von der Erde, und bey den untern auf die Größe ihres erleuchteten Theils ankommt. So ſetzt Ptolemäus den Sehungsbogen für Jupiter und Merkur 10 Grad, Hevel aber, welcher ein ſehr ſcharfes Geſicht hatte, nur 3 Grad. Ptolemäus *) gibt überhaupt folgende Größen der Sehungsbogen an:

Für Fixſterne erſter Größe	12°		für Venus	5°
—— 2ter —	13°		— Jupiter	10°
—— 3ter —	14°		— Merkur	10°
—— 4ter —	15°		— Saturn	11°
—— 5ter —	16°		— Mars	11° 50′
—— 6ter —	17°			
—— 7ter —	18°			

Der Sehungsbogen der kleinſten und neblichten Geſtirne beſtimmt die Grenze der Dämmerung. Befindet ſich die Sonne in dieſer Grenze, ſo iſt es ſchon völlig dunkel, und die Zeit, welche während dieſes Augenblickes und des Auf- oder Untergangs der Sonne verfließt, iſt alsdann die Dauer

*) Almag. Lib. XIII. cap. 7.

Dauer der Dämmerung. M. ſ. Dämmerung. Der Sehungsbogen dienet, die Zeit des Hervortretens und Verſchwindens aus den Sonnenſtrahlen (occaſum et ortum heliacum) zu finden. M. ſ. Aufgang.

Seife (ſapo, ſavon). Unter dieſem Nahmen verſtand man ſonſt eine innige Verbindung der ätzenden Alkalien mit den fetten Oehlen, welche ſich ſowohl im Waſſer als auch Weingeiſt auflöſen läßt. Seitdem man aber die Entdeckung gemacht hat, daß auch Säuren und andere ſalzartige Stoffe ſich mit den Oehlen verbinden, und im Weingeiſte auflösbar ſind, ſo haben viele Chemiker den Ausdruck Seife auch auf die Vereinigung der ſalzigen Subſtanzen mit den Oehlen ausgedehnet. Die Auflöſungen der Seife im Waſſer ſind milchweiß, im Weingeiſt aber hell, ſchäumen beym Umrühren oder Schütteln und machen andere fette Stoffe mit dem Waſſer miſchbar.

Die gemeine oder alkaliſche Seife bereitet man auf folgende Art: man läßt eine ätzende Lauge des feuerbeſtändigen Alkali's mit einem fetten Oehle bis zur völligen Vereinigung der Oehl- und Salztheile unter einander unter beſtändigem Umrühren kochen. Gewöhnlich verfährt man hierbey ſo, daß man das feuerbeſtändige Alkali mit ungelöſchtem Kalk verbindet, und dadurch ätzend macht, und die aus dieſer Vermiſchung erhaltene wäſſerige Auflöſung ſo weit eindickt, bis ſie ein friſchgelegtes Ey tragen kann. In dieſem Zuſtande wird ſie **Meiſterlauge** (lixiuium magiſtrale), **Seifenſiederlauge** genennt. Nun gießt man zu einem Theile dieſer Lauge etwas Waſſer, bringt zwey Theile Oehl oder Fett hinein, und läßt die Miſchung in einem kupfernen Keſſel kochen. Wenn dieſe dick zu werden anfängt, gießt man von dem andern Theile der Lauge nach und nach mehr dazu, bis ein Tropfen der Maſſe auf einen kalten Körper gebracht zu einer feſten gleichförmigen Subſtanz gerinnt. Hierauf ſetzet man noch einige Hände voll Salz hinzu, und läßt es noch eine kurze Zeit kochen. Nach einigem Abkühlen wird ſodann die fertige Seife in hölzerne Formen, welche

im Boden Löcher beſitzen, und inwendig mit linnenen Tüchern belegt ſind, geſchöpfet, und darin, bis ſie ſich ſchneiden läßt, ſtehen gelaſſen. Indeſſen tritt auch ſchon das Oehl und Alkali in der Kälte, wiewohl ſpäter, zu einer Seife zuſammen. Mit den in der Kälte leicht feſt werdenden Oehlen gibt das ätzende Mineralalkali eine feſte und harte Seife; das Gewächsalkali aber gibt mit eben dieſen Oehlen keine völlig feſte Seife, wenn man ihr nicht beym Ende des Kochens Kochſalz zuſetzet, welches ſich mit der Seife nicht vereiniget, ſondern theils die überflüſſige, nicht leicht fortzutreibende Feuchtigkeit in ſich nimmt, theils aber und hauptſächlich ſein Mineralalkali fahren läßt, während ſich ſeine Säure wegen der ſtärkern Anziehung, mit dem Gewächsalkali verbindet, wodurch ſich alſo nun eine Seife erzeuget, welche Mineralalkali zur Baſis hat. Diejenigen Oehle, welche in der Kälte ſchwer gerinnen, oder nicht feſt werden, geben eine ſchmierige Seife.

Der Unterſchied der Seifen beruhet auf der Verſchiedenheit der dazu gebrauchten Oehle und Laugenſalze. So bereitet man die gemeine Seife aus dem thieriſchen Fette oder Unſchlitt mit Gewächslaugenſalz; die bunte venetianiſche aus Baumöhl und Gewächslaugenſalz, deren bunte Flecken ihr mit Indigo und Cochenille gegeben werden ſollen; die weiße alicantiſche oder ſpaniſche aus Baumöhl und Mineralalkali; die Cacaobutterſeiſe aus Gewächsalkali und Cacaobutter; die ſchwarze Seife oder Thranſeife aus Fiſchthran und Gewächsalkali, und die grüne Seife aus Hanföhl, Leinöhl oder Rüböhl mit Gewächsalkali. Auch das Wachs gibt mit ätzenden Alkalien eine ſo genannte Wachsſeife, wozu das puniſche Wachs zur Enkauſtik gehöret, welches nach le Sage *) aus reinem weißen Wachs mit dem zwanzigſten Theile Mineralalkali zuſammengeſchmolzen beſtehen ſoll.

Die Seifen werden durch alle Säuren wegen der größern Verwandtſchaft mit dem Alkali wieder zerſetzt. Das dadurch abgeſchiedene Oehl aber hat in ſeiner Natur eine Verände-

*) Analyſe chymique Vol. II. im Regiſt. S. XII.

änderung erlitten, und löſet ſich nun ganz oder zum Theil im Weingeiſte auf. Auch zerſetzen die Seiſen alle Verbindungen der Säuren mit Stoffen, womit ſie nicht ſo nahe verwandt ſind, als mit den feuerbeſtändigen Alkalien, wie alle Ammoniakſalze, und alle Mittelſalze, deren erdigte Grundlage mit der Säure nicht ſo nahe verwandt iſt, als das feuerbeſtändige Alkali. Aber auch andere, wie z. B. Gyps im Waſſer aufgelöſet, zerſetzen die Seiſe, jedoch durch eine doppelte Wahlverwandtſchaft. Von der Kohlenſäure wird aber die Säure nur ſchwer zerſetzt. Aus dieſer Urſache löſen ſich oft Seiſen in verſchiedenen Wäſſern, beſonders aus Brunnen, nur unvollkommen auf, und werden von dieſen zerſetzet, wenn ſie Gyps, erdigte Mittelſalze, oder metalliſche Salze bey ſich führen.

Mit den ätheriſchen Oehlen verbinden ſich die feuerbeſtändigen Alkalien weit ſchwerer zu einer Seiſe, als die fetten Oehle; zumahl da auch ihre Flüchtigkeit die Anwendung der Hitze hindert. Von dieſen ätheriſchen Seiſen iſt bloß die **Starkeyiſche Seiſe** (ſapo Starkeyanus, tartareus) aus Gewächsalkali und Terpentinöhl gebräuchlich.

Die ſauren Seiſen entſtehen aus der Vereinigung der Säuren mit den Oehlen, wodurch die letztern verdickt und im Weingeiſte auflöslich gemacht werden. **Achard** *) hat über die Verbindungen der Schwefelſäure mit verſchiedenen Oehlen mancherley Verſuche angeſtellet. Wenn man zu drey Theilen fettem Oehle zwey Theile Vitriolöhl nach und nach ſetzet, in einem gläſernen Mörſer zuſammenreibet, und nachher mit kochendem deſtillirtem Waſſer auswäſcht, ſo erhält man eine ſolche ſaure Seiſe, welche jedoch im Waſſer ſehr wenig auflösbar iſt.

Die Auflöſungen der Seiſen im Weingeiſte führen den Nahmen der **Seifenſpiritus** (ſpiritus ſaponati).

M. ſ. Gren ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie, Th. II. Halle, 1794. 8. §. 1235 f.

*) In *Rozier* journal de phyſique. Dec. 1780. Janv. et Febr. 1781.

Seignetteſalz ſ. Laugenſalze.

Seihen ſ. Filtriren.

Sekunde ſ. Zeit, Sonnenzeit.

Sekundenpendel ſ. Pendel.

Selbſtentzündungen (inflammationes ſpontaneae, inflammations ſpontanées). Es gibt in allen drey Reichen der Natur eine Menge entzündlicher Körper, welche durch ihre Vermiſchung ſo auf einander wirken, daß ſich Wärmeſtoff entwickelt, und ohne alle Erhitzung und Entzündung von außen beym Zutritte reſpirabler Luft ſehr oft in heftige Flammen ausbrechen, und auf ſolche Art ſich von ſelbſt zerſetzen. Selbſt alsdann kann ein ſolcher Vorgang erfolgen, wenn durch eine Miſchungsveränderung der entzündlichen Körper Wärmeſtoff entbunden wird, und die reſpirable Luft einen freyen Zutritt hat.

Hierher gehören die von den Chemikern bereiteten Selbſt- und Luftzünder. M. ſ. Phosphorus.

Weil bey allen Selbſtentzündungen eine wechſelſeitige Einwirkung gewiſſer Stoffe, unter welchen ſich entzündliche Subſtanzen befinden, nothwendig vorangehen muß, ſo kann man wohl allgemein behaupten, daß eine ſolche Erſcheinung nie eher erfolgen könne, als wenn eine Auflöſung heterogener Dinge Statt findet. Dieß beweiſen alle Selbſtentzündungen, von welchen einige merkwürdige angeführet werden ſollen.

Wenn man gebrannte Talkerde in einem porzellanenen Gefäße mit ſtarkem beſonders weißem Vitriolöhle übergießt, ſo erhitzt ſich das Gemiſch ſtark, dampft, und man ſieht es wirklich glühen und Funken umherſprühen, wenn man die Vermiſchung an einem dunkeln Orte vornimmt. Es löſet nämlich die Säure die Talkerde auf, und verbindet ſich mit dieſer zu einem feſten Bitterſalze, wodurch Wärme frey wird.

Die Kieſe, worin Schwefel und Eiſen, mit oder ohne Kupfer, verbunden ſind, verwittern oder zerfallen beym Zugange der Feuchtigkeit und Luft in ein ſalziges Pulver. Liegen die verwitternden Kieſe in einer beträchtlichen Menge zu-

ſammen, und es wirken Luft und Feuchtigkeit zugleich, ſo äußert ſich nicht allein eine ſtarke Hitze, ſondern es bricht auch wohl die ganze Maſſe in eine Flamme aus. Daß hier eine wirkliche Auflöſung Statt findet, iſt von ſelbſt klar. Aus dieſer Erſcheinung laſſen ſich in dem Mineralreiche vorkommende Selbſtentzündungen der Steinkohlenſchichten, Alaunſchieferflözen, Torfhaufen u. dergl. begreiflich machen. Gewöhnlich erkläret man auch hieraus die Entſtehung der unterirdiſchen Feuer. M. ſ. Vulkane.

Die Selbſtentzündungen der Miſchungen von Oehlen und Salpeterſäure (vorzüglich Salpetergeiſt), wovon unter dem Artikel, **Salpeterſäure**, iſt gehandelt worden, ſind ſchon eine geraume Zeit entdecket. Auch will **Bryant Higgins** *) gefunden haben, daß ſich Kupferſalpeter, welcher von der Auflöſung des Kupfers in Salpeterſäure zurück bleibt, nach und nach entzünde, wenn man ihn etwas feucht zerreibt, auf Zinnfolie eine Linie dick ſtreuet, alles feſt zuſammenrollt, und dann ganz platt druckt.

Vegetabiliſche und ſelbſt thieriſche Körper, welche leicht in Fäulniß übergehen, können zu Selbſtentzündungen Veranlaſſung geben. Hierüber ſind erſt in den neuern Zeiten Erfahrungen geſammelt worden, welche hinreichend beweiſen, daß man bey Geſchäfften des gemeinen Lebens mit vielen Dingen, um Feuersbrünſte zu verhüten, ſehr vorſichtig ſeyn müſſe. So lehret ſchon die gemeine Erfahrung, daß noch etwas feuchtes Heu, feuchtes Getreide, und viele andere vegetabiliſche Subſtanzen zuſammengehäuſt ſehr leicht in Gährung übergehen, wobey ſie ſich erhitzen, und zuletzt ſogar beym freyen Zugange der Luft in wirkliche Flamme ausbrechen. Auch thieriſche Subſtanzen zuſammengehäuſt, wie z. B. Düngerhaufen, erhitzen ſich, und entzünden ſich zuletzt.

Auch Miſchungen von Ruß und gepreßten trocknenden Oehlen erhitzen ſich, und können in Flamme gerathen. In den Jahren 1780 und 1781 entſtanden in Kronſtadt und Pe-

tersburg

*) Philoſ. Tranſact. Vol. LXIII. P. I. p. 137.

tersburg auf Schiffen und Magazinen, wo alles von Stein und Eiſen iſt, und daſelbſt gar kein Feuer geduldet wird, verſchiedene zum Theil heſtige Brände, von welchen man anfänglich die Urſachen nicht entdecken konnte. Endlich ſchrieb man ſie aber der Miſchung von Oehl und Ruß zu. Auf der Kaiſerinn Befehl wurden hierüber theils von der Admiralität theils von der Akademie viele Verſuche angeſtellt. So fand die Admiralität, daß 40 Pf. Kienruß, auf welchem eine Stunde lang 35 Pf. Hanföhlfirniß geſtanden hatten, nach abgegoſſenem Oehle in eine Hangematte gewickelt, ſchon nach 19 Stunden Rauch und Feuer zeigten, und bey Eröffnung der Thüre mit dem erſten Zutritte friſcher Luft in Flamme ausbrachen. Beſonders merkwürdig ſind die nachher angeſtellten Verſuche des Herrn Adjunkt Georgi *). Wenn fette ſchwere Ruße mit gepreßten trocknenden Oehlen in beträchtlicher Menge, ungefähr zu gleichen Theilen mit einander vermiſcht, der Ruß mit dem Oehle bloß getränkt und die Miſchung hernach in Leinwand oder Matte gewickelt wurden, um die äußere Luft abzuhalten, ſo entzündeten ſie ſich in drey bis vier Tagen. Die Entzündung erfolgte, beſonders bey guter Witterung, oft auch, wenn man bey der Vermiſchung auf eine andere Art verfuhr, jedoch nicht ſo ſicher.

Die Verſuche zeigten ferner, daß oft Hanf, Haare, Wolle u. dergl., wenn ſie mit Oehl oder Talk getränkt, und nachher etwa eine Stunde lang an der Sonne oder in einem Ofen durchhitzt, und hierauf feſt in einen Bund zuſammengepackt wurden, ſich entzündeten. Auf dieſe Art ward ſelbſt ein alter grauer Rock von Schaafwolle nach 48 Stunden im Innern ganz verkohlt und ausgebrannt. Ja ſogar Kleyen, feine Sägeſpäne, Mehl, Grütze, Erbſen, Bohnen, Coffeebohnen und andere ähnliche Pflanzenmaterien entzündeten ſich oft nach einiger Zeit, wenn ſie geröſtet waren, daß ſie ſchwitzten und nachher heiß zuſammengepackt wurden.

Ohne Zweifel rühret in allen dieſen Fällen die Hitze daher, daß das Oehl, welches aufgegoſſen wird, oder welches die

*) Neue Nordiſche Beyträge. B. III. S. 37 f. B. IV. S. 309 f.

Körper beym Röſten ausſchwitzen, ſich in dieſen auflöſet, und daß nach einer ſolchen Auflöſung die Körper die Wärme ſchlechter leiten als vorher.

Aus dieſem Angeführten erhellet zur Genüge, welche Vorſicht man bey ſolchen Körpern zu beobachten hat, welche über einander gehäuft oder dicht zuſammengepackt in kurzer Zeit Wärme entwickeln, und ſich zuletzt ſelbſt entzünden. Die Erfahrung hat nun ſchon vielfältig gelehret, welche ſchreckliche Brände oft auf dieſe Art entſtanden ſind

M. ſ. **Buchholz** Beytrag zur Geſchichte der Selbſtentzündung in **Crells** chemiſchen Annalen. B. I. 1784. St. 5. S. 411 f. St. 6. S. 483 u. f.

Selenit, künſtlicher Gyps, vitriolſaurer Kalk, ſchwefelgeſäuerte oder **ſchwefelſaure Kalkerde** (ſelenites, gypſum, calx vitriolata, calx ſulphurica, ſulphur calcis, ſelenit, ſulfate de chaux). Dieſen Nahmen führen überhaupt in der Chemie alle Mittelſalze, welche aus der Verbindung der Schwefelſäure mit der Kalkerde entſtehen. Natürlich kommt dieſe Verbindung in dem Gypſe und in dem ſo genannten **Frauen- oder Marienglaſe** (**Katzenſpath**) vor. Die Benennung **Selenit** rühret nicht, wie **Macquer** glaubet, wegen der Aehnlichkeit mit den Salzen von dem Worte ſel, ſondern vielmehr vom Marienglaſe her, welches die Alten wegen des matten mondähnlichen Schimmers Selenit (von σελήνη, luna) nannten.

Der Selenit ſollte eigentlich wegen ſeiner Beſtandtheile zu den Salzen gezählet werden; da aber die Schwefelſäure mit der Kalkerde ſo genau verbunden iſt, daß er an 470 Theile ſiedendes Waſſer, und mehr als 500 bey dem 50° Wärme nach Fahrenh. zu ſeiner Auflöſung verlangt, ſo muß er mehr zu den Erden, als zu den wahren Salzen gerechnet werden.

Der Selenit bildet kleine nadelförmige Kryſtalle ohne erheblichen Geſchmack. Natürlich finden ſie ſich in anſehnlicher Größe im Marienglaſe. Dergleichen Kryſtalle ſind ſechsſeitige Säulen, die an den Enden zugeſchärft ſind. Weil

zwey

zwey einander gegenüberſtehende Seitenflächen oft weit breiter, als die übrigen vier, und die Zuſchärfungen ſchief aufgeſetzet ſind, ſo ſehen dieſe Kryſtallen rautenähnlich aus. Das Marienglas enthält übrigens eine verſchiedene Menge von Kryſtalliſationswaſſer, von welchem auch ſeine größere oder mindere Durchſichtigkeit und Undurchſichtigkeit abhängt. Nach **Bergmann** enthält das kryſtalliſirte Marienglas 0,32 bis 0,34 Kalkerde, 0,44 bis 0,46 Schwefelſäure, und 0,22 Kryſtalliſationswaſſer. In der Luft ſind dieſe Kryſtalle beſtändig, und nur durch eine lange Einwirkung der Witterung erleiden ſie eine kleine Aenderung in Anſehung ihrer Durchſichtigkeit.

In der Hitze verlieret der Selenit ſein Kryſtalliſationswaſſer ſehr leicht, er wird unter einer Art von Aufwallung undurchſichtig, und ſehr zerreiblich und locker. In dieſem Zuſtande heißt er **gebrannter Gyps**, auch wohl **Gypskalk, Sparkalk.** M. ſ. Gyps. Im heftigen Feuer, ſo wie auch vor dem Löthrohre fließt er endlich zu einer Art von Glas. Durch Glühen zwiſchen Kohlen erlangt er die Eigenſchaft zu leuchten. Hierher gehören zum Theil die Leuchtſteine oder Lichtſauger. M. ſ. **Phosphoren.**

In der Natur trifft man den Selenit ſehr häufig an. Es gibt ganze Hügel, Lager und Schichten, die aus Gypsſtein beſtehen, und man wird wenig Brunnen- Quell- und Flußwaſſer finden, in welchem nicht ein größerer oder geringerer Theil von Selenit enthalten wäre.

Durch reine Alkalien ſowohl feuerbeſtändige, als flüchtige, wird die Kalkerde aus einer Auflöſung des Gypſes im Waſſer leicht niedergeſchlagen; dieß erfolgt aber alsdann, wenn man die Vermiſchung an der Luft ſtehen läßt, wo die Alkalien Kohlenſäure anziehen, und dieſe in Verbindung mit der Schwefelſäure eine ſtärkere Verwandtſchaft gegen die Alkalien beſitzet, als gegen die Kalkerde. Es geht alſo die reine Kalkerde auf naſſem Wege mit der Schwefelſäure eine größere Verbindung ein, als den feuerbeſtändigen und flüchtigen Alkalien.

Uebrigens zeiget die Schwefelſäure bey Vergleichung des Kalkſalpeters und des fixen Salmiaks mit dem Selenit eine auffallende Verſchiedenheit von den übrigen mineraliſchen Säuren. In allen dieſen dreyen Salzen iſt der erdigte Theil der nämliche, gleichwohl beſitzen die beyden erſtern, welche aus der Verbindung der Salpeter- und Kochſalzſäure mit der Kalkerde entſtehen, einen faſt ätzenden Salzgeſchmack, und einen hohen Grad von Zerfließbarkeit, da im Gegentheil das letztere faſt ohne allen Geſchmack und beynahe unauflöslich iſt.

M. ſ. Macquer chemiſches Wörterbuch: Artikel, Selenit. Gren ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. I. Halle 1794. 8. §. 485 u. f.

Seleniten, Mondsbewohner ſ. **Mond.**

Senkwage ſ. **Aräometer.**

Sieden, Kochen (efferueſcentia, ebullitio, eboullition, bouillonement) heißt die Bewegung der flüſſigen Materien, welche man gewahr wird, wenn ſie in offenen Gefäßen einen gewiſſen beſtimmten Grad der Wärme am Feuer erhalten haben, wobey beſtändig vom Boden des Gefäßes oder von dem Theile, welcher dem Feuer am meiſten ausgeſetzet iſt, durchſichtige elaſtiſche Blaſen in die Höhe ſteigen, welche an der Oberfläche zerplatzen, und in ſichtbaren Dampf entweichen. Man ſagt daher auch, eine flüſſige Materie **ſiede** oder **koche**, wenn man alle die erwähnten Erſcheinungen an ſelbiger wahrnimmt. Die freye Wärme, welche eine flüſſige Materie zum Sieden erfordert, läßt ſich nicht weiter verſtärken. Selbſt das heftigſte Feuer kann ſie nicht weiter erhitzen, ſondern nur verurſachen, daß ſie eher, als ſonſt, in Dampfgeſtalt davon geht.

Die Erſcheinungen, welche man bey einer flüſſigen Materie z. B. beym Waſſer bemerket, wenn es allmählig bis zum Sieden erwärmet wird, ſind folgende. Am beſten laſſen ſie ſich in durchſichtigen Gefäßen beobachten. Noch lange zuvor, ehe das Waſſer zu ſieden anfängt, bilden ſich kleine Bläschen an den Seitenwänden des Gefäßes, die daſelbſt

eine Zeit lang hangen bleiben, einige davon nach und nach in die Höhe ſteigen, und an der Oberfläche des Waſſers zerplatzen, auch wohl ganz bleiben und darauf ſchwimmen. Bey größerer Wärme werden ſie häufiger und größer, und ihr ſehr ſchnell auf einander folgendes Aufſteigen macht die ganze Waſſermaſſe etwas trübe und undurchſichtig, bis ſie endlich beym wirklichen Sieden in ſo großer Menge und in ſolcher Schnelligkeit in die Höhe ſteigen, daß dadurch das Waſſer in eine wellenförmige Bewegung kommt. Die ältern Naturforſcher hielten die Blaſen, welche vom erſten Anfange an bis zum Sieden und ſelbſt die beym Sieden aufſteigen, für wirkliche Luft, und glaubten daher, daß ſich das Waſſer auf dieſe Art völlig in Luft verwandeln laſſe, da im Gegentheil der umgekehrte Prozeß, nämlich die Erkältung, die Luft wieder zum Waſſer zurückbringe. Selbſt in den neuern Zeiten hat man immer noch die erſten Bläschen, die ſich an den Wänden der Gefäße bilden, als wirkliche Luft angeſehen, und außerdem noch geglaubt, daß ſelbſt während einer gewiſſen Zeit des Kochens eine große Menge von Luft, welche ſich in den Zwiſchenräumen der flüſſigen Materien aufgehalten hätten, zugleich mit dem Dampfe aufſteige und entweiche. Allein ich habe bereits unter den Artikeln, **Eis** und **Gas**, einige Gründe angegeben, die mir dieß ſehr unwahrſcheinlich machen. Ich will zugeben, daß gleich anfänglich einige Luftblaſen mit unter den Bläschen an den Seitenwänden des Gefäßes vermiſcht ſind, indem beym Füllen des Gefäßes mit Waſſer einige Lufttheilchen an den Wänden hängen bleiben konnten, die von der Wärme ausgedehnet werden, und wegen ihrer Leichtigkeit in die Höhe ſteigen; allein daß ſelbſt aus dem Waſſer eine ſo große Menge von Luft, wie man ſich gewöhnlich vorſtellt, mit fortgetrieben werde, iſt kaum zu glauben. Vielmehr iſt das Sieden des Waſſers nichts weiter als eine Operation, durch welche es in Dampf aufgelöſet wird.

Schon Bacon von Verulamio *) beſchreibet ziemlich richtig den Vorgang, der bey dem Sieden Statt findet; er

*) Impetus philoſophici, in opp. Francof. 1665. fol. p. 704.

er ſaget, wenn man in einem Gefäße Waſſer einer gelinden Wärme ausſetzet, ſo fängt ſich ſchon Waſſerdampf zu bilden an, jedoch in geringer Menge, ohne daß man an dem Waſſerkörper ſelbſt die geringſte Veränderung wahrnimmt; wird aber die Wärme in hinreichendem Grade vermehret, ſo löſet ſich das Waſſer durchs Aufſteigen ſehr großer Blaſen in ungemein häufigen Dampf auf, und entweichet in dieſer Form ſehr ſchnell.

Muſſchenbroek *) beſchreibet die Erſcheinungen des Siedens auf folgende Art: wenn das Waſſer warm zu werden anfängt, ſo ſteigen anfänglich bloß Luftbläschen in die Höhe. Bringt man hierauf das Gefäß näher zum Feuer, ſo dringt das Feuer durch mehrere Zwiſchenräume des Bodens, und ſteigt in Geſtalt dünner Fäden auf, welche die Durchſichtigkeit des Waſſers in etwas trüben, aber ſich doch durch die ganze Maſſe verbreiten. Endlich tritt das Feuer in größerer Menge unter der Form von flockigten Fäden (ſub forma filorum, ſpeciem lingularum exhibentium) ein, welche aber ungleichförmig aufſteigen und aus kleinen Bläschen beſtehen. Es durchdringt das Waſſer, erhebt es, und bildet auf ſolche Art auf der Oberfläche hin und wieder Wellen oder kleine Säulen, bis zuletzt die ganze Waſſermaſſe in Bewegung geſetzet wird, und ihre Durchſichtigkeit beynahe gänzlich verlieret. Bey dieſer Beſchreibung des Siedens iſt der Gedanke, daß das, was in Geſtalt der Fäden aufſteiget, Feuer ſey, hypothetiſch. Indeſſen ſucht ſich Muſſchenbroek durch folgende Worte näher darüber zu erklären. Er ſaget, die am Boden ſich gebildeten Blaſen ſind durchſichtig und beſtehen aus Feuer und einer Art von Dampf, in welche die vom Feuer berührten Waſſertheilchen verwandelt werden. Weil das Waſſer nur eine gewiſſe Menge Feuer auflöſen kann, ſo verbreitet ſich das überflüſſige Feuer durch die ganze Waſſermaſſe, ſtrebt durch alle Seiten, beſonders aber durch die Oberfläche auszugehen, und reißt aus dem Waſſer eine Menge Theile in Geſtalt des Dampfes mit ſich

*) Introduct. ad philoſoph. natural. § 1455.

ſich fort. Dieſer Dampf ſteiget in ungleicher Menge und Stärke auf, theils weil das Feuer ungleichförmig ausgeht, theils weil jedes Dampftheilchen mit Elektricität umgeben ſeyn muß. In dieſer mechaniſchen Erklärung finden ſich alle Gründe vereiniget, welchen man ehemahls das Aufſteigen der Dämpfe zuſchrieb, nämlich Stoß des Feuers, Verwandlung in hohle Bläschen, umdrehende Bewegung der Waſſertheilchen und Elektricität. M. ſ. Ausdünſtung. Jetzt erkläret man viel natürlicher die Verdampfung durch eine bloße mechaniſche Verbindung der Wärme mit den Waſſertheilchen. So lange nämlich die Kraft der Wärme ſich gleich bleibt, ſo beſteht auch der ein Mahl gebildete Waſſerdampf; ſo bald ſie aber durch Kälte oder Druck geſchwächet wird, ſo zerſetzet er ſich zum Theil und verwandelt ſich wieder in wirkliches Waſſer, wie längſt bekannte Verſuche unläugbar beweiſen.

Noch vor dem Sieden gibt das Waſſer einen Ton von ſich (der gemeine Mann nennt es ein Singen), welcher anfänglich ſehr fein und ſchwach iſt, nach und nach aber ſtärker, und endlich beym Kochen des Waſſers tiefer wird; er hängt jedoch von der Geſtalt, Größe, Materie und Dicke des Gefäßes ab. Dieſes ſo genannte Singen entſtehet ohne Zweifel von dem Zerplatzen der Bläschen, welche anfänglich ſehr fein ſind, beym wirklichen Kochen aber groß werden.

Die Erfahrung lehret, daß nicht alle flüſſige Materien zum Sieden einen gleichen Wärmegrad verlangen, ſondern nach Verſchiedenheit der Materie auch verſchieden iſt. Gewöhnlich gibt man die zum Sieden erforderlichen Grade der verſchiedenen tropfbar flüſſigen Materien auf folgende Art an:

Alkohol	ſiedet bey	176	Grad nach	Fahrenheit.
Gem. Weingeiſt	——	180	——	—
Regenwaſſer	——	212	——	—
Kuhmilch	——	213	——	—
Meerwaſſer	——	218	——	—
Pottaſchenlauge	——	240	——	—
Scheidewaſſer	——	242	——	—

Vitriol

Vitriolöhl	ſiedet bey	546	Grad nach	Fahrenheit.
Terpentinöhl	——	560	——	—
Leinöhl	——	600	——	—
Queckſilber				

Es iſt wohl nunmehr keinem Zweifel unterworfen, daß eine jede flüſſige Materie zum Sieden ihren eigenen und beſtimmten Grad thermometriſcher Wärme verlanget. Hat ſie ein Mahl dieſen erreichet, ſo nimmt ſie nun auch keinen höhern Wärmegrad an. Dieſen Wärmegrad erlangen aber diejenigen Theile der flüſſigen Materie am erſten, welche dem Feuer am näheſten ſind, daher verwandeln ſich dieſe zuerſt in Dampf, ſteigen wegen ihrer Leichtigkeit in die Höhe, und entweichen als Dampfbläschen. Dieſem zu Folge läßt es ſich ungemein leicht einſehen, warum die flüſſige Materie, wenn ſie ein Mahl ſiedet, nicht weiter erhitzt werden kann. Denn diejenige Wärme, welche über den Grad, den die flüſſige Materie zum Sieden verlanget, vorhanden iſt, wird zur Dampfbildung verwendet, und entweichet ſogleich von der flüſſigen Maſſe; und in der flüſſigen Materie kann keine größere Wärme zurück bleiben, weil ſie ſonſt augenblicklich jene in Dampf verwandeln würde. Die ſiedende flüſſige Materie behält daher beſtändig einen beſtimmten Wärmegrad, welcher die **Siedhitze** oder der **Siedpunkt** (punctum ſ. gradus ebullitionis, d'egré d'ebullition) genannt wird. Es können daher flüſſige Materien, während ſie ſieden, aus eben dem Grunde keinen höhern Wärmegrad annehmen, als die feſten geſchmolzenen Körper den ihrigen nicht ändern können. M. ſ. **Schmelzung.**

Dieſe Beſtändigkeit des Wärmegrades für jede tropfbar flüſſige Materie leiſtet bey gewiſſen chemiſchen Operationen ungemeine Dienſte, und gibt beſonders am Thermometer einen feſten beſtimmten Punkt, den ſo genannten Siedpunkt. Bey chemiſchen Operationen bedienet man ſich beſonders der Siedhitze des Waſſers vorzüglich bey Deſtillationen aus gläſernen Gefäßen, welche ins Waſſer geſtellet, und nach und nach mit dem Waſſer zugleich erhitzt werden. Solche Deſtillationen nennt

nennt man Deſtillationen durchs **Waſſerbad** oder **Marienbad**. Nur iſt hierbey zu bemerken, daß diejenige flüſſige Materie, welche überdeſtillirt werden, und dabey zum Kochen kommen ſoll, einen geringern Wärmegrad als das Waſſer verlangt. Denn ſelbſt Waſſer, welches auch in dünnſten Gefäßen in kochendes Waſſer gebracht wird, kommt nicht zum Sieden, weil das kochende Waſſer dem Waſſer im Gefäße nur denjenigen Wärmegrad mittheilen kann, welchen ſein noch tropfbar bleibender Theil beſitzet, der folglich zur Verdampfung noch nicht zureichend iſt *).

Der beſtimmte oder begrenzte Wärmegrad, den flüſſige Materien zum Sieden verlangen, findet jedoch nur bey homogenen Materien Statt, wie beym Alkohol, Waſſer. Bey heterogenen flüſſigen Materien hingegen gibt es hiervon ſehr große Einſchränkungen. Bey dieſen kann die Wärme vom erſten Grade des Siedens bis zum ſtärkſten Grade deſſelben beträchtlich zunehmen. Wein, gemeiner Branntwein und beſonders die meiſten Oehle erhitzen ſich dieſerwegen immer mehr, je länger ſie kochen, und dieß ſo lange, bis der Reſt homogen wird. Dieß iſt die Urſache, warum auch Wein in Gefäßen im kochenden Weine aufgehängt endlich kocht.

Bey dem allen aber iſt noch wohl zu erwägen, daß der Druck der atmoſphäriſchen Luft, welche ſich über der Fläche der kochenden Flüſſigkeit befindet, den Wärmegrad, bey welchem eine und dieſelbe Flüſſigkeit ſiedet, ſehr abändert. Je größer der Druck der Atmoſphäre iſt, eine deſto größere Hitze wird zum Sieden bey einerley flüſſigen Materie erfordert, und umgekehrt, je geringer der Druck der Atmoſphäre iſt, deſto eher und bey deſto geringerer Hitze ſiedet einerley flüſſige Materie. Der Grund von dieſem veränderlichen Siedegrade iſt folgender. Kein Dampf kann unter einem beſtimmten Drucke beſtehen, als bey einem beſtimmten Wärmegrade, wodurch der Dampf die erforderliche Elaſticität, um mit dem Drucke das

*) *Ladisl. Chernak* diſſ. de aqua intra aquam feruentem non ebullienre. Groning. 1775. 4.

das Gleichgewicht zu halten, erlangt. Es kann ſich folglich auch im Innern des Waſſers, auf deſſen Fläche die Atmoſphäre druckt, nicht eher Dampf bilden, oder welches einerley iſt, das Waſſer kann nicht eher ſieden, bis es durch das Feuer denjenigen Grad der Elaſticität erlangt, welcher dem Drucke der Luft das Gleichgewicht hält. Je weniger die Luft darauf druckt, je geringer braucht die Elaſticität des Dampfes zu ſeyn, um dem Drucke der Luft das Gleichgewicht zu halten, mithin hat er auch einen deſto geringern Wärmegrad nöthig, um ſich zu bilden. Hieraus folgt aber doch noch nicht, wie einige Naturforſcher behaupten wollen, daß man bey den gewöhnlichen Graden der Temperaturen, in welchen wir leben, gar kein liquides Waſſer, keine Naphtha und kein Alkohol ohne Druck der Atmoſphäre kennen würde. Denn der Druck der Atmoſphäre hält dieſe flüſſigen Materien nicht zurück, ſondern ihre Schwere, wie auch offenbar die Erfahrung lehret; im leeren Raume der Luftpumpe müßte ſonſt das Waſſer augenblicklich ſich in elaſtiſchen Dampf verwandeln. Eben weil in dieſem Raume der Druck der Atmoſphäre nicht mehr Statt hat, ſiedet das Waſſer bey einem ſehr geringen Wärmegrade. Der Hr **de Sauſſüre** führet einen Verſuch von **Franklin** mit einer gläſernen Röhre an [α]), an deren Enden ſich luftleere halb mit Waſſer oder Weingeiſt gefüllte Kugeln befinden. In dieſen luftleeren Kugeln iſt ſchon die Wärme der Hand zureichend, um das Flüſſige zum Sieden zu bringen. Dagegen zeiget aber **Papins** Digeſtor, welcher ſehr großen Wärmegrad des Waſſers annehmen kann, wenn ſein Kochen und Verdampfen durch eine äußere Gewalt unterdrückt wird. M. ſ. **Papiniſche Maſchine.**

Huygens führet zuerſt an [β]), daß Waſſer und Weingeiſt in luftleeren Gefäßen bey ſehr geringer Wärme kochen. Es ſcheint dieſer Verſuch von **Papin** im Jahre 1673 angeſtellt

α) Eſſais ſur l'hygrometri. eſſai III. chap. 1. §. 186.

β) Pneumatical experiments by M. *Papin*, directed by *Huygens* in Phil. Tranſact. n. 122. p. 544.

ſtellt zu ſeyn α). Es kochte das Waſſer an einer Lichtflamme eine Viertelſtunde lang, indem das Glas nur lauwarm war. Nicht lange darauf erfand auch **Papin** ſeinen Digeſtor. Es war alſo der Einfluß des Drucks der Atmoſphäre auf die Siedhitze des Waſſers ſchon in der andern Hälfte des 17ten Jahrhunderts bekannt, gleichwohl ſetzt **Newton** den Siedpunkt des Waſſers an ſeinem Leinöhlthermometer ſchlechthin auf den 73ſten Grad, ohne dieſer Verſchiedenheit zu gedenken.

Amontons fand im Jahre 1702 bey ſeinen Verſuchen, dem Thermometer feſte Punkte zu geben, den Siedpunkt des Waſſers in offenen Gefäßen beſtimmt und unveränderlich. Dieſe Beſtändigkeit bewies er ſogar durch eigene Verſuche, und verwunderte ſich ungemein, daß das Waſſer, wenn es ein Mahl ſiede, nicht heißer werde. Dagegen bemerkte **Fahrenheit** β) im Jahre 1724 an ſeinen Queckſilberthermometern, daß der Druck der Atmoſphäre einen merklichen Einfluß auf den Siedgrad des Waſſers habe. Er zeiget dieß durch eine Art von Waſſerthermometer an, das in kochendes Waſſer gebracht viel höher ſteht, wenn das Barometer einen hohen Stand hat. Er thut den Vorſchlag, dieſem Thermometer eine ſolche Einrichtung zu geben, daß es im ſiedenden Waſſer bey 28 engl. Zoll Barometerhöhe an der tiefſten Stelle der Röhre, und bey 31 Zoll an der höchſten ſtehe, damit man es ſo als eine neue Art von Barometer gebrauchen könne.

Man ſieht alſo hieraus, daß der Siedpunkt des Waſſers, wenn er am Thermometer zum feſten Punkte werden ſoll, jederzeit beym gleichen Drucke der Atmoſphäre oder bey einerley Barometerhöhe beſtimmt werden muß.

Weil der Druck der Luft in größern Höhen über der Erdfläche abnimmt, ſo folgt daraus nothwendig, daß das Waſſer in hohen Gegenden bey einer niedrigern Temperatur kocht, als in niedrigen Gegenden. **Le Monnier** γ) brachte

α) Nouvelles experiences du vuide. Paris 1674. 4.
β) Philoſ. Tranſact. n. 385. p. 179.
γ) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. à Paris 1740. p. 131.

brachte am 6ten Octob. 1739 ein Queckſilberthermometer, welches zu Perpignan bey einem $28\frac{1}{6}$ Pariſ. Zoll hohen Barometerſtande getheilet war, auf den Gipfel des Canigou in den Pyrenäen, wo der Barometerſtand nur 20 Zoll $2\frac{1}{2}$ Linie, alſo beynahe nur 8 Zoll, geringer war. Als er es hier in kochendes Waſſer brachte, ſtand es um 9 reaumuriſche oder um 15 de l'Jsliſche Grade unter dem zu Perpignan wahrgenommenen Siedpunkte. Secondat de Montesquieux α) beobachtete die Siedhitze des Waſſers auf dem Pic-de-Midi um 18 Grade Fahrenh. geringer, als in der Stadt Bagneres, und der Wärmegrad des ſiedenden Weingeiſtes betrug auf eben dieſem Berge nur 160 Grad Fahrenh., da er in Bourdeaux auf 173 geſtanden hatte.

Indeſſen war bis jetzt noch gar kein Geſetz bekannt, nach welchem bey vermehrten oder verminderten Drucke der Atmoſphäre der zum Sieden des Waſſers nöthige Wärmegrad zu- oder abnähme. Erſt Herr de Lüc β) gab ſich Mühe, durch Verſuche ein ſolches Geſetz auszumitteln. Zu dem Ende beobachtete er auf einer Reiſe von Genf nach Genua im Jahre 1762 die Wärme des kochenden Waſſers an zehn Orten, und auf ſeiner Rückreiſe an 16 Orten von ſehr verſchiedenen Höhen an einerley Thermometer, an welchem der jedesmahlige Abſtand des Siedpunktes vom Froſtpunkte durch einen Faden auf einem getheilten Maßſtabe gemeſſen ward. Nachdem er nun dieſe ſeine Verſuche mit einander verglich, ſo fand er, daß die Unterſchiede der Siedhitze den Unterſchieden der Barometerhöhen nicht proportional waren, daß vielmehr bey gleichförmig abnehmender Borometerhöhe der Grad der Siedhitze in der Folge ſtärker, als im Anfange, abnimmt. Herr de Lüc getraute doch ſeinen Beobachtungen nicht die gehörige Schärfe zu, um das wahre Geſetz, nach welchem ſich die Unterſchiede richten, genau daraus ableiten zu können, und ſetzte daher im Durchſchnitte beyde Unterſchiede einander proportional.

Im

α) Philoſ. Tranſact. n. 472.

β) Unterſuchung über die Atmoſphäre, a. d. Franz. Th. I. §. 450 f.

Im Monat May 1762 fand er nun

	den Barometerſtand	Abſtand des Sied- und Froſtpunktes
zu Turin	$328\frac{3}{4}$ Linien	822 Theile des Maßſtabes
auf dem Montcenis	$273\frac{1}{4}$ ——	782 —— ——
Unterſchiede	$55\frac{1}{2}$ Linien	40 Theile.

Im Monath Auguſt,

zu Genua	341 Linien	829 Theile
zu Tovet-Deſſus	$263\frac{1}{4}$ ——	773 ——
Unterſchiede	$77\frac{3}{4}$ Lin.	56 Theile.

Es verhielten ſich alſo im Durchſchnitte die Unterſchiede der Barometerhöhen zu den Unterſchieden der Abſtände des Siedpunktes in Theilen des Maßſtabes wie $55\frac{1}{2} + 77\frac{3}{4}$: $40 + 56$ oder wie $133\frac{1}{4} : 96$; mithin würde hiernach eine Linie Barometerfall den Siedegrad des Waſſers um $\frac{96}{133\frac{1}{4}}$ oder um 0,72 Theile des Maßſtabes erniedrigen.

Wenn nun mit Herrn de Lüc ein für allemahl feſtgeſetzet wird, daß der Siedpunkt aller Thermometer bey 27 Zoll Barometerhöhe beſtimmt werden ſolle, ſo ergibt ſich für dieſe Höhe, welche um 17 Linien geringer iſt, als die zu Genua beobachtete, der Abſtand des Siedpunktes von dem Froſtpunkte $829 - 17 \cdot 0{,}72 = 816{,}8$ Theile des de Lüc'ſchen Maßſtabes. Von dieſem Fundamentalabſtande betragen 0,72 Theile des gebrauchten Maßſtabes den 1134ſten Theil deſſelben. Es erniedriget daher eine Linie Barometerfall den Siedpunkt des Thermometers um $\frac{1}{1134}$ desjenigen Fundamentalabſtandes, welcher bey 27 Zoll Barometerhöhe iſt gefunden worden, welches bey der Fahrenheitſchen in 180 Grade getheilten Skale $\frac{180}{1134}$ oder $\frac{10}{63}$ Grade beträgt. Folglich ändert ſich der Siedpunkt bey der Veränderung des Barometers von 27 Zoll bis auf 28 Zoll Höhe $\frac{10}{63} \times 12 = \frac{120}{63}$, oder um 1,9 Fahrenheitſche Grade.

Wenn man z. B. zu einer gewiſſen Zeit an einem Orte, wo das Barometer 26 Zoll hoch ſteht, Waſſer kochen wollte,

 ſo

ſo ſiedet es alsdann, wenn ein bey 27 Zoll Barometerhöhe getheiltes Thermometer darin 212 — 1,9 = 210,1 Fahrenh. Grade zeigt. Oder zeigte das Barometer auf einem Berge nur 21 Zoll, ſo würde das Waſſer ſchon bey 212 — 6 - 1,9 = 200,6 Grad Wärme an einem ſolchen Thermometer kochen.

Wenn man andere Thermometer gebrauchet, deren Siedpunkte bey andern Barometerhöhen beſtimmt, und welche um α größer oder kleiner als 27 Zoll ſind, ſo iſt leicht zu begreifen, daß der Fundamentalabſtand dieſer Thermometer ſelbſt um $\frac{\alpha}{1134}$ des vorigen Abſtandes größer oder kleiner iſt, oder $1134 \pm \alpha$ ausmacht, wenn der vorige 1134 betrug. Mithin muß nunmehr das, was bey den vorigen $\frac{1}{1134}$ war, jetzt $\frac{1}{1134 \pm \alpha}$ ſeyn. Hieraus findet de Lüc ſeine erſte Regel: **Eine Pariſer Linie Barometerfall erniedriget den Siedpunkt um $\frac{1}{1134 \pm \alpha}$ des auf dem Thermometer befindlichen Abſtandes zwiſchen Sied- und Froſtpunkt.**

Exempel. Gewöhnlich wird der Siedpunkt von den engliſchen Künſtlern bey 30 Engl. Zoll Barometerhöhe beſtimmt. Nun betragen 30 Engl. Zoll 28 Zoll 1,8 Linie nach Pariſ. Maß, folglich 13,8 Linien mehr als 27 Pariſ. Zoll. Für ein ſolches Thermometer iſt alſo $\alpha = 13{,}8$ Linien. Einer Pariſer Linie Veränderung gehöret folglich $\frac{1}{1134 + 13{,}8}$ oder etwa $\frac{1}{1148}$ Aenderung des Siedpunktes zu. Nach der Fahrenh. Skale macht dieß $\frac{180}{1148} = \frac{45}{287}$ Grade, mithin wird die Aenderung für 13,8 Linien $= 13{,}8 \cdot \frac{45}{287} = 2{,}16$ Grade. Hiernach würde alſo folgen, daß der Siedpunkt bey 27 Pariſ. Zoll Barometerhöhe um 2,16 Fahrenh. Grade geringer, als bey 30 Engl. Zoll Barometerhöhe wäre, d. h. der Siedpunkt des de Lüc'ſchen Thermometers würde mit 209,84 oder beynahe mit 210 Grade der engliſchen Thermometer übereinſtimmen.

Herr

Herr de Lüc *) wiederhohlte dieſe Unterſuchungen im Jahre 1765 auf den Gebirgen zu Faucigny etwas genauer, und bediente ſich zur Beſtimmung der Siedhitze des Waſſers auf Bergen eines eigenen Apparates. Er fand, daß ſeine gegebene Regel bey großen Barometerveränderungen nicht mehr zutreffe; daher gab er ſich außerordentliche Mühe, das wahre Geſetz aus ſeinen Beobachtungen abzuleiten, ſo daß es mit den Barometerveränderungen in einer genauen Verbindung ſtehe. Endlich fand er folgende Formel, bey welcher der Buchſtabe b den Barometerſtand in Sechzehntheilen der Pariſer Linie bedeutet, und die Siedhitze in Graden der bey 27 Zoll Barometerhöhe beſtimmten Skale von 80 Graden ausgedruckt wird.

A) Siedhitze $= \frac{99}{2} \log. b - 103{,}87$.

Exempel. Es ſey die Barometerhöhe b = 28 Zoll 5 Linien = 5756 Sechzehnth. der Linie. Hiervon nehme man den Logarithmen hundertfach, alſo

$$
\begin{aligned}
100 \log. b &= 373{,}68744 \\
\log. b &= \underline{3{,}73687} \\
99 \log. b &= \underline{369{,}95057} \; : 2 \\
\tfrac{99}{2} \log. b &= 184{,}97528 \\
&\; \underline{-\,103{,}87} \\
\text{Siedhitze} &= 81{,}10 \text{ Grade.}
\end{aligned}
$$

Des Herrn de Lüc's Beobachtungen, welche unter dem natürlichen Drucke der Atmoſphäre angeſtellet ſind, erſtrecken ſich nur von $28\frac{1}{2}$ Zoll Barometerhöhe bis 19 Zoll 7 Linien 15 Sechzehntheile. Herr Gren β) hat ſich Mühe gegeben ſie auf ein Thermometer zu reduciren, das bey 28 Zoll Barometerhöhe beſtimmt worden wäre. Seine Rechnungen gaben ihm folgende Reſultate:

*) Unterſuchungen über die Atmoſphäre. Th. II. §. 857 f.

β) Grundriß der Naturlehre. Halle, 1797. 8. S. 378.

Barometerſtand	Siedhitze	Barometerſtand	Siedhitze
28 Zoll 5 Lin. 2 Sechz.	80,30° R.	26 Zoll 3 L. 15 Sechz.	78,73
28 — 5 — ——	80,29	25 — 11 — 7 —	78,42° R.
28 — 2 — 4 —	80,14	25 — 10 — 9 —	77,44
28 — 1 — 2 —	80,03	25 — 5 — 15 —	77,04
27 — 11 — ——	79,94	24 — 1 — 1 —	76,70
27 — 10 — ——	79,90	23 — 8 — 2 —	76,40
27 — 9 — 7 —	79,84	23 — 4 — 6 —	76,14
27 — 6 — 7 —	79,61	22 — 11 — 14 —	75,80
27 — 5 — 3 —	79,53	21 — 10 — 7 —	74,74
27 —— — 5 —	79,22	20 — 4 — 15 —	73,21
26 — 8 — 14 —	78,93	19 — 7 — 15 —	72,50
26 — 4 — 15 —	78,83		

Herr de Lüc gibt noch eine andere Formel an, welche ſich auf Betrachtung phyſiſcher Urſachen des Phänomens, auf einen ungemein mühſamen Verſuch und auf ein Paar Vorausſetzungen gründet. Die Urſachen der verſchiedenen Siedhitze ſind verſchieden, weil die Hitze, bey welcher das Waſſer kochen ſollte, durch den Druck der Atmoſphäre und zugleich durch den Verluſt an Wärme, welchen die der Luft ausgeſetzte Oberfläche erleidet, vermindert wird. Den Verſuch ſtellte Herr de Lüc durch ein von ihm ſelbſt verfertigtes Waſſerthermometer an, welches ſehr viele Arbeit erforderte. Ohne allen Druck und Verluſt an Wärme kochte das Waſſer bey 78 Graden. Die angenommenen Vorausſetzungen waren dieſe: die Verſtärkung der Siedhitze durch den Druck der Atmoſphäre verhalte ſich direct, und der Verluſt der Wärme umgekehrt, wie der Druck. Seine mühſamen Unterſuchungen leiteten ihn endlich auf folgende Formel, bey welcher b den Barometerſtand in Linien andeutet:

$$\text{B) Siedhitze} = 78 + 0{,}03642 \,.\, b - \frac{3175{,}2}{b} \text{ Grad.}$$

Exemp. Es ſey b = 28 Zoll 5 Linien = 341 Linien, ſo wird das zweyte Glied der Formel = 12,41922 und das dritte = 9,3, folglich die Siedhitze = 78 + 12,41922 − 9,3 = 81,1 gerade wie vorhin.

Herr

Herr Luz [α]) hat nach dieſen Formeln folgende Tabelle berechnet:

b	Siedhitze	b	Siedhitze	b	Siedhitze
336	80,78	324	80,00	313	79,26
335	80,72	323	79.93	312	79,19
334	80,65	322	79.87	311	79,12
333	80,59	321	79,80	310	79,05
332	80,53	320	79.73	309	78.98
331	80,46	319	79.67	308	78,91
330	80,40	318	79,60	307	78.84
329	80,33	317	79.53	306	78.77
328	80,26	316	79.46	305	78.70
327	80,20	315	79,40	304	78,63
326	80,13	314	79.33	303	78,66
325	80,10				

Nach dieſen Formeln ſteht der Siedpunkt der engliſchen Thermometer um 0,9 Reaum. oder um 2,02 Fahrenh. Grade höher, als der an de Lüc's Thermometern. Daher ſtimmen eigentlich 209,98 Fahrenh Grade an den engl. Thermometern mit 80 an de Lüc's ſeinen überein. Horsley [β]) findet 209,989, wofür man 210 annehmen kann.

Obgleich die beyden Formeln A) und B) für die von de Lüc angegebenen Grenzen der Barometerhöhen ziemlich genau zuſammentreffen, wie die von ihm §. 1088 berechnete Tabelle zeiget, ſo kann man daraus doch keinesweges ſchließen, daß ſie wirkliche Naturgeſetze ausdrucken. Vielmehr kann man mit Sicherheit behaupten, daß ſie dieß in der That nicht thun. Denn für 6 Linien Barometerhöhe würden beyde Formeln einen negativen Werth geben, mithin den Siedpunkt unter den Eispunkt bringen, welches widerſinnig wäre. Herr Gren wünſchte daher Erfahrungen über die Grade des Siedpunktes bey niedrigern Barometerhöhen, als ſie der Herr de Lüc hat, zu erhalten. Verſuche dieſer Art hat zwar ſchon Herr Achard [γ]) unter der Glocke der Luftpumpe ange-

α) Vollſtändige Anweiſ., Thermometer zu verfert. Nürnb. 1781. 8.
β) Philoſoph. Tranſact. Vol. LXIV. n. 30.
γ) Ueber das Verhältniß zwiſchen dem Drucke der Luft auf die Oberfläche der Flüſſigkeiten und dem Grade der Wärme, den ſie beym Kochen erhalten, in ſ. Samml. phyſ. chem. Abhandl. B. I. Berlin 1784. S. 213 u. f.

angeſtellt, dabey aber auf den Druck der äußern Luft gegen die Queckſilberſäule ſeines Elaterometers Acht zu haben, und den jedesmahligen Barometerſtand beym Verſuche zu bemerken, gänzlich vergeſſen. Dieſerwegen waren ſeine Reſultate zur Beſtimmung der abſoluten Elaſticität ganz unbrauchbar; auch wurde er aus dieſen Verſuchen auf die ganz irrige Folge geleitet, daß der Grad der Siedhitze des Waſſers im geraden Verhältniſſe der Verdichtung oder der abſoluten Elaſticität der Luft ſtehe. Herr Gren *) unternahm es daher eigene Verſuche anzuſtellen. Zu dem Ende brachte er unter eine geraumige Glocke eine 10 Zoll lange heberförmige Barometerprobe, deren Skale in Pariſer Zolle und Linien getheilet war; daneben ſtellte er ein Glas mit kochendem Waſſer auf den Deckel eines Pappencylinders, damit es durch Berührung mit dem Teller nicht ſo ſchnell abkühlen möchte. In das Waſſer hing er ein ſehr empfindliches von Herrn Renard verfertigtes Queckſilberthermometer ohne Geſtell, deſſen Siedpunkt bey 28 Zoll Barometerhöhe beſtimmt war. Von mehreren Perſonen beobachtete die eine den Thermometerſtand beym Sieden des Waſſers, die zweyte den Stand des Queckſilbers in dem einen Schenkel des Barometers, eine dritte den im andern Schenkel, und eine vierte ſchrieb die angeſagten Zahlen auf.

Hatte man die Luft unter der Glocke ſo weit verdünnt, daß das Waſſer zu kochen anfing, ſo ſank das Barometer während des Kochens immer noch um einige Linien herab, ohne daß mit der Verdünnung fortgefahren wurde. Die Urſache davon lag in der Zerſetzung der ausgehenden Waſſerdämpfe durch ihre Berührung mit der Glocke und dem übrigen Apparate, wodurch das Fluidum unter der Glocke nothwendig eine geringere Elaſticität erhalten mußte. So fiel auch während des Siedens das Thermometer ſchneller als ſonſt, weil zu der fortdauernden Abkühlung des Waſſers noch die durch Verdampfung hervorgebrachte hinzu kam. Durch dieſe Umſtände war Gren genöthiget, den Stand des Barome-

*) Neues Journal der Phyſik, B. I. Heft 2. S. 184 u. f.

rometers und Thermometers ſo zu beſtimmen, wie ſie beym erſten Augenblicke, in welchem das Waſſer zu kochen anfing, Statt fanden.

Bey Barometerhöhen über 10 Grade, wozu die Barometerprobe nicht zureicht, wird die Elaſticität der Luft unter der Glocke am beſten durch den Stand des Queckſilbers gemeſſen, welches in einer mit dem Raume der Glocke communicirenden Röhre durch den Druck der äußern Luft erhalten wird, indem man den beobachteten Stand in dieſer Röhre von dem gleichzeitigen Stande eines in der Nähe befindlichen Borometers abziehet.

Dieſe Verſuche gaben Herrn Gren folgende Reſultate:

Barometerſtand	Siedgrade des Waſſers	Barometerſtand	Siedgrade des Waſſers
4 Zoll 6,5 Lin.	67° Reaum.	3 Zoll 9 Lin.	43° Reaum.
18 —	56 - 57°	3 — 5 —	42 ——
7 — 8,5 —	55,8	3 — 2 —	45,25
7 — — —	54	3 — 1 —	40
6 — 1 —	51,5	2 — 11 —	39 bis 39,5
5 — 5,5 —	50,5	2 — 9 —	38
5 — 3 —	49	2 — 3 —	35
5 — 2 —	48,5	2 — 1 —	33,75
4 — 10 —	47 - 47,5	1 — 11 —	32
4 — 4 —	45,5	1 — 9 —	31
3 — 11 —	44	1 — 6 —	29,5

Wenn man dieſe Reſultate mit den Erfahrungen des Herrn **Betancourt** über die abſolute Elaſticität der Waſſerdämpfe vergleichet (m. ſ. **Dämpfe.** Th. I. S. 655. noch vollſtändiger in Grens neuem Journ. der Phyſik. B. IV. Heft 2. S. 212 f.), ſo findet man ſie mit dieſen ziemlich genau übereinſtimmend. Die geringen Abweichungen, welche zwiſchen beyden noch Statt finden, ſind den unvermeidlichen Fehlern bey den Beobachtungen zuzuſchreiben. Hierauf folgt nun das allgemeine Geſetz: **daß die abſolute Elaſticität der Waſſerdämpfe in jedem Siedgrade dem jedesmahligen Barometerſtande gleich, welche beym Kochen des Waſſers Statt hat,** oder welches auf eins hinaus läuft, der Druck, welchen die Oberfläche des ſieden-

den Waſſers leiden muß, iſt der abſoluten Elaſticität der Waſſerdämpfe gleich. Dieß Geſetz ließ ſich ſchon aus der Theorie erwarten, indem die Permanenz und Entſtehung der Waſſerdämpfe nicht anders beſtehen können, als wenn ihre Elaſticität mit dem Drucke der Luft das Gleichgewicht hält.

Nun ſtellte Herr Gren eine Vergleichung ſeiner Reſultate mit den Siedegraden an, welche für gleiche Barometerhöhen durch Berechnung aus Herrn de Lüc's Formel A) erhalten werden, welche folgendes gab:

Barometerſtand	Siedegrade beobachtet	Siedegrade berechnet	Unterſchied
14 Zoll 6,5 Lin.	67°	66,7	— 0,30
7 — 0 —	54	50,98	— 3,02
3 — 11 —	44	38,5	— 5,50
2 — 9 —	38	30,9	— 7,10
2 — 3 —	35	26,58	— 8,42
1 — 11 —	32	23,13	— 8,87
1 — 6 —	29,5	17,86	— 11,64

Die vierte Columne zeiget, daß die berechneten Siedegrade nach de Lüc's Formel bey niedrigern Barometerhöhen zu klein ausfallen, und daß dieſer Irrthum deſto größer werde, je niedriger die Barometerhöhe oder je geringer der Druck angenommen wird. Dieſer Unterſchied wird noch beträchtlicher, wenn man die berechneten Siedegrade auf des Herrn Gren Thermometer reduciret, bey welchem der Siedpunkt beym 28 Zoll hohen Barometerſtand iſt beſtimmt worden. Es ſind daher die de Lüc'ſchen Formeln nicht weiter brauchbar, als in den beſtimmten Grenzen, auf welche ſie Hr. de Lüc erſtreckte. Uebrigens ſ. m. den Artikel, Dämpfe (Th. I. S. 755 u. f.). Nach der daſelbſt angeführten Formel des Herrn Prony für die abſolute Elaſticität des Waſſerdampfes $z = \mu_{,,}\, \varrho_{,,}{}^{f} + \mu_{,,,}\, \varrho_{,,,}{}^{f}$ findet man beym Barometerſtande $f = 1\frac{1}{2}$ Zoll

$$\log.\ (\mu_{,,}\, \varrho_{,,}{}^{f}) = 0{,}9673262 - 1$$

$$\log.\ (\mu_{,,,}\, \varrho_{,,,}{}^{f}) = 0{,}9550352 - 1$$

Erſterem Logarithmen gehöret die Zahl 0,9275 und
anderm —— —— —— —— 0,9291

Summe 1,7566

Dieſe

Dieſe Summe kommt alſo ziemlich genau mit des Herrn Gren gefundenen Reſultaten überein, indem hierzu etwa 31 Grad nach Reaum. gehören.

Durch Vergrößerung des Drucks kann das Waſſer ſehr große Grade der Hitze annehmen. Muſſchenbroek *) führet an, er habe in einem ſtarken Papiniſchen Digeſtor das Waſſer ſo ſehr erhitzt, daß Zinn und Bley an kupfernen Dräthen befeſtiget darin geſchmolzen ſey, dazu eine Hitze von 400 bis 500 Grade nach Fahrenh. nöthig iſt. Vielleicht, ſetzt er noch hinzu, könne man das Waſſer in einem Gefäße, wenn es ſtark genug verfertiget werden könne, einen ſo ſtarken Grad der Hitze annehmen laſſen, als nur das Eiſen im Feuer erlangen könne.

Weil durch den Druck der Siedpunkt des Waſſers erhöhet wird, ſo müſſen diejenigen Waſſerſchichten in einem Gefäße, worin das Waſſer kocht, eine größere Hitze beſitzen, welche dem Boden näher liegen, weil ſie von den darüber liegenden Schichten gedruckt werden. Würde alſo die ganze Waſſermaſſe gleichförmig erhitzt, ſo müßten auch die obern Schichten eher zu kochen anfangen, als die untern, bey welchen der größere Druck der Bildung des Dampfes mehr entgegen iſt. Da man aber faſt nie eine gleichförmige Erhitzung bewirken kann, ſo werden diejenigen Theile zum Sieden kommen, welche dem Feuer am nächſten ſind. Steht das Gefäß über dem Feuer, ſo ſind dieſe Theile die untern Waſſerſchichten; ſteht es aber am Feuer, ſo ſind es gewöhnlich die oberſten. Dieß iſt der Grund, warum das Waſſer, wenn es über dem Feuer ſteht, in dem Augenblicke, da die oberſte Schichte zu kochen anfängt, ſteigt und überläuft, da es hingegen in den Gefäßen, welche am Feuer ſtehen, eine geraume Zeit auf der Oberfläche kocht, ehe es zu ſteigen anfängt.

Ariſtoteles β) hatte bemerkt, daß man ein dünnes Gefäß mit ſiedendem Waſſer vom Feuer wegnehmen, und den Boden

α) Introduct. ad philoſoph. natur. §. 1473.
β) Problem. ſect. XXIII. §. 5.

Boden mit der Hand berühren könne, ohne ſie zu verletzen. Dieſe Bemerkung wird auch in den Schriften der Pariſer Akademie *) angeführet mit dem Zuſatze, daß das Gefäß und der Boden dünn ſeyn müſſe, auch daß die Hand nur ſo lange nicht verbrannt werde, ſo lange das Kochen des Waſſers anhalte. Unmittelbar nach aufgehörtem Sieden wird der Boden unerträglich heiß. Dieſes Phänomen wird von **Homberg** ſehr hypothetiſch ſo erkläret: die Feuertheilchen, welche wie ſpitzige Pfeile durch das Gefäß und Waſſer von unten hinauf gehen, könnten die Hand ſo lange nicht verletzen, bis die untern Gänge der Feuertheilchen verſtopft würden, d. h. bis das Waſſer zu ſieden aufhöre, in welchem letztern Falle die ſpitzigen Pfeile genöthiget würden, wieder nach allen möglichen Richtungen, mithin auch gegen die Hand, ſich hin zu wenden. Nicht mehr ſagen auch **Nollet**, **Briſſon**, **Muſſchenbroek** u. a. Richtiger ſcheint dieſe Erſcheinung auf folgendem zu beruhen. So lange das Sieden mithin die Dampfbildung im gleichen Grade fortdauert, ſo muß auch gleich viel Wärme latent gemacht werden. Da nun von außenher weiter keine Wärme hinzukommt, ſo wird diejenige freye Wärme, die ſich im Boden des Gefäßes befand, zu der Verdampfung mit verwendet, oder doch wenigſtens erfordert, das Waſſer im Sieden zu erhalten, ſolglich kann ſie auch der Hand nicht fühlbar werden, oder ſie nicht verletzen, bis das Sieden aufhöret, und die Urſache wegfällt, warum die Wärme nicht mehr latent gemacht wird. Wäre aber der Boden zu dick, ſo werden ſich auch die Folgen dieſer Operation, welche an der innern Fläche vorgeht, nicht bis zur äußern erſtrecken können, ſolglich wird dieſe ihre ganze freye Wärme behalten, und der Hand mittheilen können.

M. ſ. *Muſſchenbroek* introductio ad philoſ. natural. Tom. II. §. 1455 ſeq. de Lüc Unterſuchungen über die Atmoſphäre ꝛc. a. d. Franz. Leipzig 1778. 8. Th. I. S. 600. Th. II. S. 427 u. f. **Gren** Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. S. 377 f.

Sied.

*) Hiſtoir. de l'Academ. roy. de Paris 1703. p. 30.

Siedpunkt ſ. Sieden, Thermometer.

Silber (argentum, argent) iſt ein edles Metall von einer ſehr ſchönen weißen Farbe, und einem ſehr ſtarken Glanze. Von den Alchymiſten iſt es luna oder diana genannt, und mit ☽ bezeichnet worden. Sein ſpecifiſches Gewicht in Vergleichung mit dem des Waſſers iſt nach Bergmann 10,552. Die Dehnbarkeit dieſes Metalles iſt ungemein groß, ſo daß man es hierin gleich nach dem Golde folgen laſſen kann. Es werden daraus die feinſten Blättchen und der zarteſte Drath bereitet. Zwar bekömmt es auch beym fortgeſetzten Hämmern Riſſe, läßt ſich aber durch Glühen leicht wieder geſchmeidig machen. Sonſt nahm man die Feſtigkeit des Silbers geringer an, als die vom Golde, weil nach Muſſchenbroek's Verſuchen ein Silberdrath von 0,1 Zoll nicht viel mehr als 270 Pfund tragen konnte, da ein Golddrath von gleicher Stärke auf 500 Pfund trug. Allein nach des Grafen von Sickingen genauern Verſuchen iſt die Feſtigkeit des Silbers größer, indem ein Silberfaden von $\frac{3}{25}$ Linien Dicke und 2 Fuß Länge erſt von 20 Pfund 11 Unzen riß, da ein gleich großer Goldfaden nur 16 Pfund 9 Unzen trug. Uebrigens iſt die Härte und Elaſticität des Silbers größer, als die vom Golde, aber geringer, als die vom Kupfer. Es hat keinen Geſchmack und keinen Geruch.

Das Silber kömmt bey einer etwas geringern Hitze, als das Gold, in Fluß. Es ſchmelzt nähmlich erſt in der Weißglühehitze, welche man auf 1000° Fahrenh. ſchätzt. Beym ganz langſamen Erkalten nimmt es auch wohl ein regelmäßiges Gefüge an, und kryſtalliſirt ſich nach Tillet und Mongez in vierſeitigen Pyramiden, und ſchon Baumé hatte federartige Kryſtalle auf der Oberfläche des plötzlich erſtarrten Silbers wahrgenommen. Im Feuer iſt es ziemlich feuerbeſtändig. Kunkel fand nach einem anhaltenden und über einen Monat dauernden Schmelzen deſſelben im Glasofen nur einen Abgang von wenigen Graden. Macquer beobachtete aber in dem Brennpunkte eines großen

Brennglaſes die wirkliche Verflüchtigung deſſelben, und nahm dabey einen wirklich aufſteigenden Dampf gewahr, welcher eine darüber gehaltene Goldplatte ſchön verſilberte. Auch will Herr Tillet im Ofenfeuer die Verflüchtigung des Silbers bemerket haben, ſo wie auch Ehrmann dieſelbe vor dem Löthrohr mit Lebensluft beobachtete.

Beym Zugange der freyen Luft läßt ſich das Silber im heftigſten Glühefeuer nicht verkalken. Und obgleich Junker behauptet, das Silber durch anhaltende Reverberirung in eine verglaſungsähnliche Aſche verwandelt zu haben, ſo ſind doch erſt noch genauere Verſuche nöthig, ehe die Verkalkung und Verglaſung des Silbers mit Gewißheit angenommen werden kann. Auch wirken weder Luft noch Waſſer auf das Silber, und es iſt daher keinem Röſten unterworfen. Von brennbaren Dämpfen aber leidet es auf ſeiner Oberfläche, und läuft davon unter mancherley Farben an.

Das Silber wird von allen mineraliſchen Säuren angegriffen, am ſtärkſten aber von der Salpeterſäure. Von dieſer wird es auch ſchon in der Kälte mit Aufbrauſen und Erhitzen aufgelöſet, wobey ſich Salpetergas entwickelt. Die Auflöſung ſelbſt iſt völlig klar und ungefärbt, wenn das Silber kein Kupfer enthielt, in welchem Falle ſie grünlich oder bläulich ausſieht. Sie iſt ſehr ätzend, von Geſchmack bitterlich und ſcharf, und färbt die Haut, Haare und andere thieriſche Theile ſchwarz, und, wenn ſie verdünnt iſt, purpurroth. Wenn die Auflöſung des Silbers mit concentrirter Salpeterſäure gemacht iſt, oder wenn ſie gehörig abgedampft wird, ſo ſchießt ſie in der Kälte zu Kryſtallen an, welche weiß, glänzend, durchſichtig, dünne und tafelförmig ſind, und gewöhnlich Silberkryſtalle, nach der neuern Nomenklatur ſalpeterſaures Silber (argentum nitricum, cryſtalli lunae, nitras argenti, nitrate d'argent) genannt werden. Sie ſchmecken äußerſt ſcharf, bitterlich und ätzend, ſind luftbeſtändig, und ziehen nur alsdann Feuchtigkeiten an, wenn ſie mit Säure überſetzet ſind.

ſind. Dieß ſalpeterſaure Silber fließt ſchon bey einer gelinden Wärme, verliert dabey ſein Kryſtalliſationswaſſer, und wird ſchwarz. Durchs Erkalten entſteht daraus der ſo genannte **Höllenſtein** oder **Silberätzſtein** (lapis infernalis, cauſticum lunare). Durch die Laugenſalze werden aus der Silberauflöſung Silberkalke niedergeſchlagen; der mit Kalkwaſſer gefällte Niederſchlag gibt mit ätzendem Salmiakgeiſt bereitet das ſo genannte **Knallſilber.** M. ſ. **Knallſilber.**

Die Schwefelſäure verbindet ſich mit dem Silber nur dann, wenn ſie concentrirt und im Sieden iſt, wobey ſich Schwefelgas entwickelt. Die Auflöſung ſchießt beym Erkalten zu kleinen, nadelſörmigen, weißen Kryſtallen an, die gewöhnlich **Silbervitriol**, nach der neuern Nomenklatur **ſchwefelſaures Silber** (argentum ſulphuricum ſ. vitriolatum, vitriolum lunae, ſulphas argenti, ſulfate d'argent) genannt werden. Ungeachtet das Silber von der Salpeterſäure mehr als von der Schwefelſäure angegriffen wird, ſo iſt doch der Silberkalk mit dieſer näher verwandt. Man erhält alſo das ſchwefelſaure Silber auf folgende Art ſehr leicht und bequem, wenn man zu der Silberauflöſung in Salpeterſäure concentrirte Schwefelſäure tröpfelt, wobey es ſogleich als ein weißer gepulverter Niederſchlag ſich zeiget.

Die gemeine Salzſäure greift das reguliniſche Silber nicht an. Sie ſchlägt aber das Silber aus der Auflöſung in Salpeterſäure in Geſtalt eines weißen flockigten Körpers nieder, welcher gewöhnlich **Hornſilber** (luna cornua), ſonſt auch **ſalzſaures Silber** (argentum muriaticum, murias argenti, muriate d'argent) genannt wird. Auch entſtehet das Hornſilber durch alle ſalzſaure Neutral- und Mittelſalze aus der ſalpeterſauren Silberſolution. Im Waſſer iſt es ſehr ſchwer auflöslich, und am Tageslichte ſo wie im Sonnenſcheine wird es, auch ſelbſt unter dem Waſſer und in verſchloſſenen Gläſern weit eher ſchwarz, als das ſchwefelſaure Silber; nicht aber, wenn es im Dunkeln ſteht,

wie

Scheele bemerkte. Scheele ſchloß daraus, daß das Licht Brennſtoff enthalte. Es iſt ungemein leichtflüſſig und bildet nach dem Schmelzen eine bräunlich graue durchſcheinende zähe Subſtanz, die ſich wie Horn biegen und ſchneiden läßt. Für ſich allein läßt ſich die Säure nicht daraus durch die Hitze austreiben. Irdene Schmelztiegel durchdringt es beym Zuſammenſchmelzen ſehr leicht. Die Reduktion des Silbers aus dem Hornſilber iſt ſehr mühſam, und geräth nur auf trockenem Wege beſonders durch Hülfe der fixen Alkalien.

Das ſalpeterſaure Silber oder die wäſſerige Auflöſung derſelben dienet als Mittel, die Gegenwart der Salz- und Schwefelſäure bey Unterſuchung der mineraliſchen Wäſſer zu entdecken, weil dadurch ſogleich und mit vieler Leichtigkeit ein Hornſilber oder ein ſchwefelſaures Silber niederſchlägt. Durch einige Metalle, welche mit der Salpeterſäure näher verwandt ſind, beſonders durch Kupfer, wird das Silber aus ſeiner ſalpeterſauren Auflöſung in metalliſcher Geſtalt niedergeſchlagen.

Die meiſten übrigen Säuren greifen zwar das reguliniſche Silber nicht an, allein der Silberkalk wird von ihnen aufgelöſet. Die ätzenden feuerbeſtändigen Alkalien greifen das Silber weder auf dem naſſen noch auf dem trockenem Wege an, und löſen auch das kalkförmige nicht auf; Ammoniak hingegen löſet den Silberkalk völlig auf.

Der Schwefel verbindet ſich mit dem Silber ſehr gern, wenn man ihn damit zuſammenſchmelzt. Das Gemiſch ſtellt ein künſtliches Glaserz vor, und nimmt im Gießen ungemein feine Eindrücke an. Durchs Röſten oder durch die Wirkung des Feuers beym Zutritte der Luft läßt ſich der Schwefel rein davon vertreiben, ſo wie auch und zwar noch geſchwinder durchs Verpuffen mit Salpeter. Das Silber bleibt in beyden Fällen unverändert zurück. Auch die Salpeterſäure ſcheidet bey hinzukommender Wärme das Silber vom Schwefel ab. Mit der Schwefelleber vereiniget ſich das Silber auf dem trockenen Wege ebenfalls, und läßt ſich alsdann im Waſſer auflöſen. Auf naſſem Wege macht die

Schwe-

Schwefelleber das Silber ganz ſchwarz, ſo wie auch das hepatiſche Gas.

Mit den Metallen läßt ſich das Silber verbinden. Vorzüglich wird es zum Ausmünzen und zu anderen Kunſtarbeiten mit Golde und Kupfer verſetzet. Das Bley bemächtiget ſich des Silbers ſehr leicht, wenn es mit anderen Metallen z. E. Eiſen oder Kupfer vermiſcht iſt; dieſerwegen gebrauchet man das Bley, um das Bley durch Saigern und Feinbrennen von den anderen Beymiſchungen zu reinigen. Das Bley ſelbſt aber wird von dem Silber durchs Abtreiben d. i. durch Verſchlackung des Bleyes im Feuer geſchieden, wobey das Silber als ein feuerbeſtändiges Metall rein und unverändert zurückbleibt.

In der Natur findet man das Silber entweder gediegen, oder verlarvt, oder vererzt. Das gediegene Silber iſt gemeiniglich mit etwas wenigem Golde und Kupfer vermiſcht. Weit mehr findet es ſich mit Schwefel und Arſenik verlarvt, und mit Eiſen, Kupfer und anderen Metallen durch Hülfe mineraliſcher Säuren vererzt. Das **Glaserz** iſt eine Verbindung des Schwefels mit dem Silber, die keine beſtimmte Figur und faſt die Farbe, Weiche und Schmelzbarkeit des Bleyes beſitzet. Im **Arſenikſilber** iſt es mit Eiſen und Arſenikmetall verbunden. Das gemeine **Hornerz** enthält es mit Eiſen, Salzſäure und Schwefelſäure, Thon- und Kalkerde, ſo wie das **Rothgültigerz** mit Schwefel, Spießglanzmetall und Schwefelſäure, und endlich das **Weißgültigerz** mit Kupfer, Eiſen, Arſenik und Schwefel vererzt. Uebrigens gibt es auch viele andere Erze, welche das Silber enthalten, in welchen aber von den anderen Metallen eine weit größere Menge gewonnen wird, und daher den Nahmen der Silbererze nicht führen, wie z. B. der Bleyglanz, die ſilberhaltige Pechblende u. ſ. f.

Der Gebrauch des Silbers iſt noch weit ausgebreiteter als der des Goldes. So wird es ſehr häufig zum Ausmünzen der verſchiedenen Geldſorten verarbeitet, um hiermit die verſchiedenen Werthe unſerer nöthigen Bedürfniſſe verhält-

nißmäßig zu vergüten. Ueberdem dienet es wegen ſeiner Schönheit und Dauer zu mancherley Geräthſchaften, ſo wie zur Verſilberung mancher Körper, um dieſe dadurch für den Einfluß anderer äußerer Urſachen zu ſchützen. Beſonders wird es noch zum Löthen der Gold- Silber- und Stahlarbeiten und zur Verfertigung des in der Wundarzeneykunſt gebrauchten Aetzſteins verwendet.

M. ſ. Gren ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. III. Halle, 1795. 8. §. 2352 f. Deſſen Grundriß der Chemie. Th. II. Halle, 1797 8. §. 129 f. Macquer chymiſches Wörterbuch: Artikel Silber, Silbererze.

Silberbaum ſ. Dianenbaum.

Silberglätte, Bleyglätte ſ. Bley.

Silurus electricus ſ. Zitterfiſche.

Similor ſ. Kupfer.

Sinne (ſenſus, ſens) ſind beſondere natürliche Einrichtungen bey thieriſchen Körpern, wodurch Eindrücke von äußern Gegenſtänden auf ſie gemacht werden können, um damit übereinſtimmende Vorſtellungen und Empfindungen in der Seele hervor zu bringen. Die Anzahl der Sinne iſt bekanntlich fünf, von welchen die Artikel: Geſicht, Gefühl, Gehör, Geruch, Geſchmack nachgeſehen werden können. Wenn die äußern Eindrücke auf die Sinne in der Seele übereinſtimmende Empfindungen hervorbringen ſollen, ſo wird nothwendig erfordert, 1) daß äußere Werkzeuge vorhanden ſeyn müſſen, welche den Eindruck aufnehmen, und welche Sinneswerkzeuge (organa ſenſuum) heißen, und 2) daß durch ihre Verrichtung eine davon abhangende Veränderung in dem eigentlichen Organ der Seele vorgehe. In der That iſt es nicht leicht, die eigentliche Wirkungsart der Sinneswerkzeuge genau zu beſtimmen; bey genauerer Betrachtung eines jeden der fünf Sinne läßt ſich aber ſehr wahrſcheinlich vermuthen, daß in den Werkzeugen eine der äußern Thätigkeit der Gegenſtände völlig ähnliche Thätigkeit vorgehe, wodurch die Nerven die Eindrücke der Gegenſtände erhalten, und von dieſen der Seele

zuge-

zugeführet werden. Wie dieß letzte geſchehe, iſt für uns ein Geheimniß.

Die vormahls aufgeworfene Frage, ob es mehr als fünf Sinnne gebe? hier zu beantworten, iſt unnöthig, da dieß mehr in die Phyſiologie als hierher gehöret. Nur muß ich hier noch einer beſondern Erfahrung des Herrn Spallanzani bey den Fledermäuſen anführen, aus welcher er außer den fünf Sinnen noch einen andern bey dieſen Thieren anzunehmen glaubte *). Er blendete ſie theils durch glühende Nadeln oder völliges Herausnehmen der Augen, theils auch durch geſchmolzenes Siegellack. Darauf fand er, daß ſie noch eben ſo munter, als ſonſt, fliegen, allen ihnen im Wege ſtehenden Gegenſtänden eben ſo geſchickt ausweichen, und überhaupt alle nur mögliche Wendungen im Fluge, gerade wie die Sehenden, verrichten. Die Verſuche des Spallanzani hierüber werden von Vaſſali, Roſſi in Piſa und Senebier beſtätiget; auch führet Vaſſali noch dieſe Bemerkung an, daß ſich die geblendeten Vipern faſt eben ſo in ihren Bewegungen, wie die Fledermäuſe, verhalten. Man fiel zwar auf die Vermuthung, ob nicht einer von den vier übrigen Sinnen bey den Fledermäuſen ſo fein wäre, daß ihr ſo geſchickter Flug davon abgeleitet werden könne; allein alle Verſuche ſcheinen dieſe auf keine Weiſe zu beſtätigen.

Siſometer, Erdbebenmeſſer ſ. Erdbeben.

Smalte ſ. Kobalt.

Soda ſ Laugenſalze.

Solſtitialpunkte ſ. Sonnenwenden.

Solution ſ. Auflöſung.

Sommer (aeſtas, eté) iſt eine von den vier Jahreszeiten, welche zwiſchen den Frühling und Herbſt fällt, ihren Anfang am längſten Tage nimmt, an welchem die Sonne zu Mittage am höchſten ſtehet, und ſich mit dem

*) Ueber einen muthmaßlich neuen Sinn der Fledermäuſe aus Brugnatelli biblio. fiſica überſ. in Grens neuem Journal der Phyſik, B. I. S. 399 f.

Tage der Herbſtnachtgleiche endiget. In der nördlichen gemäßigten Zone wird ſein Anfang beym Eintritte der Sonne in den Krebs, und ſein Ende bey dem in die Wage beſtimmt. Mithin fängt er ſich um den 21ten Juni am längſten Tage an, und endiget ſich um den 23ten September. M. ſ. **Ekliptik.** In der gemäßigten ſüdlichen Zone hat die Sonne am Mittage ihren höchſten Stand und der Tag iſt am längſten, wenn die Sonne in den Steinbock tritt. Es fängt ſich alſo hier der Sommer mit dem längſten Tage um den 21ten December an, und hört mit der Nachtgleiche um den 20ten März auf.

Was die heiße Zone betrifft, ſo gibt es daſelbſt jährlich zwey Tage, an welchen die Sonne durch den Scheitel geht, und folglich am Mittage den höchſten möglichſten Stand erreichet. Der eine dieſer Tage fällt vor dem Eintritte der Sonne in den Krebs oder Steinbock, der andere nach demſelben. Wollte man alſo hiernach den Sommer beſtimmen, ſo würde es daſelbſt jährlich zwey Sommer geben. Allein es iſt ſchon unter dem Artikel, **Jahreszeiten**, angeführet worden, daß die Eintheilungen der Jahreszeiten für die heiße Zone nicht Statt haben kann.

Selbſt im gemeinen Leben, wo bey verſchiedenen Jahreszeiten nicht ſo genau auf den Stand der Sonne Rückſicht genommen wird, verſteht man unter dem Sommer denjenigen Zeitraum, da die Tage am längſten ſind, und die Früchte durch die ſtärkere Sonnenwärme zur Reiſe gebracht werden.

Sommerpunkt (punctum ſolſtitii aeſtiui, ſolſtice d'eté) heißt bey uns derjenige Punkt der Ekliptik, in welchem die Sonne bey ihrem jährlichen ſcheinbaren Umlaufe um die Erde die größte nördliche Abweichung hat, und in den ſie zu Anfange unſeres Sommers oder um den 21ten Juni kommt. Für die nördlichen Länder ſteht ſie in dieſem Punkte gerade am höchſten, und beſtimmt daher bey ihnen den längſten Tag und die kürzeſte Nacht. Es iſt dieſer Punkt der Anfang des Zeichens des Krebſes, wiewohl dieß Sternbild

bild dieſe Stelle ſchon verlaſſen hat, und anjetzt der Sommerpunkt in das Sternbild der Zwillinge fällt nahe vor die Füße des Caſtor. Es iſt dieſer Sommerpunkt von dem Frühlingspunkte oder von dem Anfange der Ekliptik mit dem Aequator um 90° entfernet; daher beträgt ſeine Länge und gerade Aufſteigung gerade 90° oder 3 Himmelszeichen; ſeine Abweichung hingegen iſt nördlich und der Schiefe der Ekliptik gleich. M. ſ. **Schiefe der Ekliptik.** Durch dieſen Sommerpunkt geht der Wendekreis des Krebſes mit dem Aequator parallel. M. ſ. **Wendekreiſe.**

Sommerſonnenwende ſ. **Sonnenwenden.**

Sonne (ſol, ſoleil) iſt der bekannte von uns geſehene große Himmelskörper, deſſen Anweſenheit über dem Horizonte uns das Tageslicht verſchafft, die Verbergung deſſelben aber unter dem Horizonte Dunkelheit he beyführet. Sein Glanz iſt ſo hell und glänzend, daß alle übrige Himmelskörper dadurch verdunkelt werden. Für uns iſt die Sonne der wichtigſte und merkwürdigſte unter allen Himmelskörpern. Der Einfluß ihrer Wärme iſt zum Wachsthum und zur Erhaltung der beſonders organiſirten Schöpfung unentbehrlich. Von ihrem verſchiedenen Stande gegen die Erdfläche hängen die verſchiedenen Jahrszeiten ab. Mit einem Worte, ſie iſt die Quelle ſo unendlich vieler wohlthätiger Erſcheinungen auf unſerer Erde, welche zu unſerer Erhaltung nothwendig ſind.

Die neuere Aſtronomie hat es außer allem Zweifel geſetzet, daß die Sonne nicht allein unſerer Erde Licht zuſendet, ſondern daß ſie überhaupt alle Planeten nebſt ihren Monden erleuchte, und daß die Sonne in Verbindung mit den Planeten und ihren Monden und mit den Kometen ein Syſtem ausmachet, worin ſie die vorzüglichſte Stelle einnimmt. Sie ruhet in der Mitte in einem Punkte, um welchen die übrigen Hauptkörper in ihren eigenen Bahnen herum getrieben werden. Es iſt alſo die Sonne der vornehmſte Körper im ganzen Syſtem, welcher alle übrigen erleuchtet und erwärmet.

Die Sonne erſcheinet uns als eine hellglänzende runde Scheibe. Ihr Glanz iſt jedoch ſo groß, daß wir ſie ohne Gefahr der Augen nicht bloß mit ſelbigen betrachten können. Es gibt aber Mittel, ſie ohne Beſchädigung des Geſichtes zu beobachten, von welchen unter dem Artikel, Sonnenflecken. Man hat wahrgenommen, daß ſich auf der Sonnenſcheibe Flecken befinden, aus deren regelmäßigen Bewegung man geſchloſſen hat, daß ſich die Sonne in $25\frac{1}{2}$ Tagen um ihre Axe drehe. Da ſie aber bey dieſer Umdrehung beſtändig rund bleibt, ſo muß ſie eine Kugel oder wenigſtens ein kugelähnlicher Körper ſeyn, indem der Kugel bloß die Eigenſchaft zukommt, in allen möglichen Lagen als ein Kreis zu erſcheinen.

Daß ſich die Sonne ein Mahl des Tages um unſere Erde herum zu bewegen ſcheinet, wodurch eben Tag und Nacht auf unſerer Erde entſtehet, iſt jedermann bekannt, und in ſo fern hat ſie mit allen übrigen Himmelskörpern eine gemeinſchaftliche tägliche Bewegung. Allein eine ſchon wenig aufmerkſame Beobachtung wird gar bald zeigen, daß ſie ihren Ort unter den Fixſternen unaufhörlich ändert, und außer der täglichen Bewegung noch eine ganz eigene zu haben ſcheinet, nach welcher ihr Mittelpunkt der täglichen Bewegung entgegen mithin von Abend gegen Morgen langſam fortläuft, und binnen der Zeit eines Jahres einen völligen Umlauf um den Himmel vollendet. Die Bahn, welche ihr Mittelpunkt dabey zurückleget, erſcheinet als ein größter Kreis der Himmelskugel, und hat den Nahmen der Ekliptik erhalten. M. ſ. Ekliptik.

Die beyden ſcheinbaren Bewegungen der Sonne, nämlich die tägliche von Morgen gegen Abend und die jährliche von Abend gegen Morgen laſſen ſich ſehr leicht auf folgende Art begreiflich machen. Man ſetze, daß ſich auf der Kugel (fig. 75.), welche ſich beſtändig nach einerley Richtung um die unveränderliche Axe pq herumdrehe, eine Fliege in c befinde, die dem Pole q näher, als dem Pole p iſt. Drehet ſich nun die Kugel um die Axe pq, ſo wird ſie nothwendig in einem Kreiſe cd mit herum geführet, welcher mit dem Aequator

ab

ab parallel gehet, und welcher den täglichen Umlauf der Sonne vorſtellet. Indem ſich aber die Sonne beſtändig nach einerley Richtung herum drehet, ſtelle man ſich vor, die Fliege in c gehe langſam nach einer entgegengeſetzten Richtung durch ein kleines Stück des ſchief liegenden größten Kreiſes ce fort, ſo wird dieß die eigene oder jährliche Bewegung der Sonne nachahmen, welche langſam gegen Morgen fortrückt, während ſie durch die weit ſchnellere tägliche Bewegung von Morgen gegen Abend zugleich mit dem ganzen Himmel herumgeführet wird. Wenn nun aber auf ſolche Art c täglich um ein Stück von c nach f fortruckt, ſo kann es ſich auch nicht nach jeder täglichen Umdrehung da befinden, wo es am Anfange derſelben war, mithin kommt es bey jeder folgenden Umdrehung nicht wieder in den vorigen Kreis, ſondern es ſcheinet in Spiralen oder Schraubengängen um den Himmel zu laufen, in welchen es ſich von cd bis nach eg, und von eg wieder herab bis nach cd windet.

Die alten Aſtronomen, welche die Erde als unbewegt, und die Sonne als wirklich fortlaufend betrachteten, mußten dieſe beyden Bewegungen der Sonne als wirklich erkennen, und ſie in ſolchen ſchraubenförmigen Gängen um die Erde herum laufen laſſen. Nach dem copernikaniſchen Syſteme hingegen ſind ſie nur ſcheinbar, und es wird die tägliche Bewegung der Sonne durch die tägliche Umwälzung der Erde um ihre Axe, und die jährliche Bewegung der Sonne durch die jährliche Bewegung der Erde um die Sonne bewirket. M. ſ. **Erdkugel.** Die neue Aſtronomie hat nun ſchon hinreichend bewieſen, daß die copernikaniſche Vorſtellung mit den Geſetzen der Bewegungen der Himmelskörper ſo genau übereinſtimmet, daß man an deren Richtigkeit gar nicht mehr zu zweifeln hat. M. ſ. **Weltſyſtem.**

Den erſtern Beobachtern des Himmels mußten die Sonnenfinſterniſſe gar bald belehren, daß die Sonne von der Erde viel weiter entfernet ſey, als der Mond. Um aber ihre wirliche Entfernung beſtimmen zu können, kömmt es auf die genaue Größe ihrer Parallaxe an. M. ſ. **Parallaxe.**

Da aber die Sonnenparallaxe ſehr klein iſt, ſo gehört ihre Beſtimmung zu den allerfeinſten Beſchäftigungen der Aſtronomie. Erſt ſeit 40 Jahren iſt man im Stande geweſen, hiervon etwas zuverläſſigeres als vormahls feſt zu ſetzen.

Den alten Aſtronomen fehlten gänzlich die Mittel, die auch nur zur erträglichen Beſtimmung des Abſtandes der Sonne von der Erde nöthig waren. Man findet verſchiedenes hiervon geſammelt beym Plinius *). So führet er an, daß Pythagoras die Entfernung der Erde von dem Monde 126000 Stadien, und die Entfernung vom Monde bis zur Sonne doppelt ſo groß ſoll angenommen haben. Nach Plutarchs β) Erzählung ſoll Eratoſthenes den Abſtand der Erde von der Sonne auf 804000000 Stadien geſetzet haben

Der erſte, welcher eine in der Theorie gegründete ſinnreiche Methode, 260 Jahre vor Chriſti Geburt, die Entfernung der Sonne von der Erde aus den Beobachtungen der Mondviertel zu ſchließen, lehrte, war Ariſtarch von Samos γ). In dem Augenblicke nämlich, in welchem der Mond gerade zur Hälfte erſcheinet, d. i. zur Zeit der Dichotomie (m. ſ. Mondphaſen. Th. III. S. 667), bilden die Mittelpunkte der Sonne, des Mondes und der Erde das Dreyeck (fig. 76.) ſtl, welches beym Monde l einen rechten Winkel beſitzet. Wäre nun die Entfernung ſt unendlich groß, ſo würde bey der Erde t der Winkel ebenfalls ein rechter ſeyn, und es würde die Dichotomie Statt finden, wenn die ſcheinbare Entfernung der Sonne von dem Monde oder der Winkel ſtl gerade 90° wäre, und ſo iſt er unter dem Artikel, Mondphaſen, angenommen worden, indem dieſe Vorausſetzung zur gewöhnlichen Beſtimmung der Mondphaſen hinreichend genau iſt. Allein bey genaueren Beobachtungen wird der Winkel t zur Zeit der wahren Dichotomie etwas weniger kleiner,

als

*) Hiſtor. natur. lib. II. cap. 21. 23.

β) De placitis philoſoph. lib. II. cap. 31.

γ) Περὶ μεγεθῶν καὶ ἀποστημάτων ἡλίου καὶ σελήνης (de magnitudinibus et diſtantiis ſolis et lunae) edit. lat. a *Feder. Commandino*. Piſauri 1572. graec. et latin. in *Joh. Walliſii* operibus Vol. III. Oxon. 1699. fol.

als 90° gefunden. Mißt man nun den Winkel t genau, ſo findet man aus dem Dreyecke ſ t l die Entfernung

ſt = ſec a. t × t l.

welche man finden kann, wenn die Entfernung l t des Mondes von der Erde bekannt iſt. Ariſtarch nimmt den Winkel t = 87°, und findet daraus die Entfernung der Sonne von der Erde zwiſchen 18 und 20 Mahl größer, als die des Mondes von der Erde. Mittelſt der trigonometriſchen Tafeln würde man ſie 19,1 Mahl größer finden, wenn der Winkel t = 87° angenommen würde. Allein in der Ausübung hat es viele Schwierigkeiten, die Zeit der wahren Dichotomie nur mit einiger Genauigkeit zu beobachten, und gleichwohl wird eine ſehr geringe Abweichung des Winkels l von einem rechten einen ſehr großen Unterſchied der Entfernung ſ t bewirken. Neuere Aſtronomen haben den Winkel t anders, als Ariſtarch, gefunden, woraus dann nothwendig andere Reſultate entſtehen. Der Niederländer Gottfr. Vendelin α) ſetzt den Winkel t = 89½°, deſſen Secante = 229, 18384 iſt, woraus folglich die Sonne über 229 Mahl weiter, als der Mond, von der Erde gefunden wird. Dieſe Methode alſo, die Entfernung der Sonne von der Erde zu finden, ſo richtig ſie auch in der Theorie iſt, kann nur bey ungefährer Schätzung dieſer Entfernung, nicht aber zu richtiger und genauer Beſtimmung derſelben, gebrauchet werden.

Eine andere von Hipparch erfundene Methode, welche ſich auf die Beobachtung der Mondfinſterniſſe gründet, wendete Ptolemäus β) an, um die Entfernung der Sonne von der Erde zu finden. Sie beziehet ſich auf den aſtronomiſchen Lehrſatz, daß die Summe der ſcheinbaren Halbmeſſer der Sonne und des Erdſchattens gerade ſo groß ſey, als die Summe der Horizontalparallaxen der Sonne und des Mondes. Aus Beobachtungen ſetzt Ptolemäus den ſcheinbaren Halbmeſſer der Sonne = 15′ 45″, und den des Erdſchattens = 40′ 45″, deren Summe 56′ 25″ beträgt. Die Entfernung

α) *Riccioli* almageſt. nouum. Tom. I. lib. III. cap. 7. art. 12.
β) Almageſt. lib. V. cap. 15.

nung des Mondes von der Erde nimmt er 65⅛ Erdhalbmeſſer, welches eine Mondparallaxe von 53′ 35″ vorausſetzet. Subtrahiret man nun dieſe von voriger Summe ab, ſo bleibt die Größe der Sonnenparallaxe von 2′ 50″ übrig. Des Ptolemäus Verfahren iſt aber weitläuftiger, weil er nicht die Mondparallaxe, ſondern die Entfernung des Mondes in die Rechnung bringt, und daraus vermittelſt der alten Trigonometrie die Sonnenparallaxe = 2′ 57″ findet, aus welcher die Entfernung der Sonne von der Erde 1166 Erdhalbmeſſer geſchloſſen wird. Allein es iſt ganz unmöglich, den ſcheinbaren Halbmeſſer des Erdſchattens durch Beobachtung ſo genau zu beſtimmen, daß man daraus die Sonnenparallaxe nur mit einiger Zuverläſſigkeit finden könne. Die neuern Aſtronomen haben daher auch dieſe Methode für unzuverläſſig erkläret, und nach ſichern Berechnungen die Entfernung faſt 20 Mahl größer herausgebracht.

Nachdem aber ſeit Tycho de Brahe die aſtronomiſchen Beobachtungen mit weit größerer Genauigkeit, als vormahls, angeſtellet wurden, ſo fiel auch von dieſer Zeit an die Größe der Sonnenparallaxe immer kleiner aus. Jedoch nahm ſie Tycho ſelbſt noch 3′, Longomontan hingegen 2′ 40″, Kepler 1′, Hevel 40″, Riccioli 18″ und Vendelin 14″ an. Die Bemühungen dieſer Aſtronomen zeigten nun deutlich genug, daß die Sonnenparallaxe ſehr klein ſeyn müſſe, und daß ihre genaue Beſtimmung ſehr feine und mit den beſten Inſtrumenten angeſtellte Beobachtungen vorausſetze. Es verlohnte ſich aber allerdings der Mühe, hierauf allen nur möglichen Fleiß zu verwenden; denn wenn man aus einer richtigen Sonnenparallaxe die Entfernung der Sonne von der Erde kennt, ſo läßt ſich erſt hiernach die Entfernung aller übrigen Himmelskörper von der Sonne, und hiermit zugleich die Größen im Sonnenſyſtem finden. Es iſt folglich die Entfernung der Sonne von der Erde gleichſam der allgemeine Maßſtab, wovon die Beſtimmungen aller übrigen Größen im Sonnenſyſteme abhangen. Durch die bekannten Kepleriſchen Regeln waren

bloß

bloß Verhältniſſe der Abſtände im Sonnenſyſteme bekannt, und es fehlte daher bloß die richtige Größe der Entfernung der Sonne von der Erde, um jene dadurch ebenfalls zu beſtimmen. So wußte man z. B. daß Jupiter $5\frac{1}{5}$ Mahl weiter von der Sonne entfernet ſey, als die Erde, allein wie groß dieſe Entfernung in bekannten Maßen betrage, konnte nicht eher beſtimmt werden, als bis die Entfernung der Sonne in ſolchen Maßen beſtimmt war.

Methoden, die Parallaxen der Geſtirne überhaupt zu finden, ſind bereits unter dem Artikel, **Parallaxe**, angeführet worden. Unter andern findet man daſelbſt auch angezeigt und bewieſen, daß ſich die Horizontalparallaxen zweyer Geſtirne verkehrt wie die Entfernungen vom Mittelpunkte der Erde verhalten. Wenn man alſo die Parallaxe eines Geſtirnes kennt, ſo kann man nach der Kepleriſchen Theorie für den Augenblick der Beobachtung das Verhältniß ſeiner Entfernung von der Erde zur Entfernung der Sonne beſtimmen, folglich ließe ſich aus jener Regel die Sonnenparallaxe finden. Dieſes Verfahren iſt beſonders beym Mars bequem, welcher bey ſeiner größten Nähe an der Erde die ganze Nacht hindurch ſichtbar iſt. Auch haben ſich dieſes Verfahrens, nach dem Vorſchlage des ältern **Caſſini**, verſchiedene Aſtronomen bedienet. **Maraldi** und **Flamſtead** beſtimmten hierdurch die Sonnenparallaxe nur auf 10 Sekunden. **Prund** und **Bradley** fanden eben dadurch im Jahre 1719 die Grenzen der Sonnenparallaxe zwiſchen 9 und 12 Secunden. **De la Caille** berechnete, aus ſeinen eigenen Beobachtungen am Vorgebirge der guten Hoffnung mit den gleichzeitigen von **Wargentin** in Stockholm und mit noch mehreren an andern Orten angeſtellten verglichen für den 14ten September 1751, die Parallaxe des Mars auf 26,8 Sekunden; die Entfernung des Mars von der Erde verhielt ſich zu der Zeit wie 382 zu 1000, wodurch die Sonnenparallaxe $10\frac{1}{4}$ Sekunde ſich ergab.

Weil die Venus in ihrer untern Conjunktion noch um ein anſehnliches näher, als der Mars, kömmt, ſo würde

dieſe

dieſe Methode bey ihr noch weit vortheilhafter ſeyn. Allein es finden ſich hierbey Schwierigkeiten wegen ihres nahen Standes bey der Sonne ſie gehörig zu beobachten. Indeſſen hatten doch Bianchini, Maraldi und de la Caille auch dieſe Methode benutzt, und erſterer fand die Sonnenparallaxe 14 Sekunden, und letzterer 10 $\frac{1}{4}$ Sekunde.

Endlich aber wurden die Aſtronomen in den Jahren 1761 und 1769 auf die zu erwartenden ſeltenen Himmelsbegebenheiten, nämlich auf den Durchgang der Venus durch die Sonnenſcheibe, aufmerkſam, um hieraus die Parallaxe der Sonne mit möglichſter Genauigkeit zu beſtimmen. Unter dem Artikel, Durchgänge, iſt aber hiervon das nöthigſte bereits beygebracht, und angeführet worden, daß die Grenzen der Sonnenparallaxe zwiſchen 8,6 und 8 5 Sekunden fallen. So enge aber auch dieſe Grenzen ſind, ſo haben doch noch die Beobachtungen einige Ungewißheit zurückgelaſſen. Die Beobachtungen wurden nämlich an verſchiedenen Orten angeſtellt, und es ergaben ſich daraus für die Parallaxe verſchiedene Reſultate, je nachdem man dieſes oder jenes Paar der Beobachtungen zum Grunde der Rechnung legte. Es entſtanden hierüber Streitigkeiten, wobey es aber bloß darauf ankommt, welche Beobachtungen die richtigſten ſind. Der P. Hell α) hat die ſeinigen zu Wardhus in Lappland gemacht, und zur Grundlage der Berechnungen empfohlen; allein de la Lande β) hielt es für rathſamer, die Parallaxe der Sonne lieber aus Planmanns Beobachtungen zu Cajaneburg in Finnland abzuleiten, und beſtimmte daraus die mittlere Sonnenparallaxe auf 8,63 Sekunden. Gegen die zu Cajaneburg angeſtellte Beobachtung und der daraus von de la Lande beſtimmten Parallaxe zeigte aber der P. Hell γ) Fehler, und ſetzte aus Vergleichung ſeiner zu Wardhus angeſtellten mit einigen

α) Obſervat. tranſitus Veneris Wardoehuſii facta. Hafniae 1770. und in Ephemer. Vien. 1771.
β) Mémoires ſur le paſſage de Venus. 1772.
γ) De parallaxi ſolis. Append. Ephemerid. an. 1772.

einigen amerikaniſchen und aſiatiſchen Beobachtungen die mittlere Parallaxe auf 8,70 Sekunden. De la Lande gab auch wirklich damahls nach, und erklärte ſeinen Streit mit P. Hell im Journal des ſavans 1773 für beygelegt; gleichwohl hat er in ſeiner neueſten Ausgabe der Aſtronomie (1792. §. 2149. 2150) ſeine vorigen Beſtimmungen, deren Fehler von Hell erwieſen ſind, beybehalten. Auch kam der P. Hell mit Lexell in Petersburg darüber in einen Streit. In einem Schreiben an ihn ſetzt er die Grenzen 8,67 und 8,73 mit der Aeußerung, Wardhus und Taiti würden die Stützen bleiben, auf welche ſich unſere Kenntniß der Größe des Sonnenſyſtems gründe *). Es ſcheinet zwar der P. Hell mehr Recht, als de la Lande gehabt zu haben, indeſſen trauet er doch ſeiner Beſtimmung von 8,70 zu große Zuverläſſigkeit zu, wenn er ſie innerhalb eines Hunderttheils einer Sekunde für ſicher erkläret.

Die vornehmſten aus den Beobachtungen 1769 gezogenen Beſtimmungen der Sonnenparallaxe ſind folgende:

Fixlmillner	8,54 Sek.	(acta Cremifanenſ. 1791.)
de la Lande	8,60 —	(aſtron. §. 2151.)
Lexel	8,63 —	(comment. Acad. Petrop. Tom XVII.)
Euler	8,68 —	(*de la Lande* aſtronom. §. 2150.)
Hell	8,70 —	
Hornsby	8,78 —	(Philoſoph. Transact. Vol. LXI.)
Pingré	8,80 —	(*de la Lande* aſtronom. §. 2150.)
dú Sejour	8,81 —	(traité analytique Tom. I. 1786.)

Hier-

*) Beyträge zur praktiſchen Aſtronomie in verſchiedenen Beobacht. Abhandl. und Method. aus den aſtronom. Ephemer. des Herrn Abbé Hell gezogen, und aus dem latein. überſ. von Jungnitz, B. IV. Breslau 1794. 8.

Hiernach gibt folgende Tabelle die Entfernung der Sonne von der Erde in Erdhalbmeſſern und deutſchen Meilen an, woraus zugleich erhellet, wie viel bey dieſen Beſtimmungen auf geringe Theile einer Sekunde ankommt.

Sonnenparallaxe	Entfernung der Sonne in Erdhalbmeſſern	In deutſchen Meilen, den Halbm. = 859 1/2 Meile geſetzt.
8,54 Sek.	24152	20809000
8,60 —	23983	20614000
8,63 —	23900	20543000
8,68 —	23762	20424000
8,70 —	23702	20472000
8,78 —	23492	20372000
8,80 —	23438	20145000
8,81 —	23412	20123000

Das Mittel aus allen dieſen Parallaxen iſt ſehr nahe 8,70 Sekunden, mithin mit Hells Beſtimmung übereinſtimmend, welches die mittlere Entfernung der Sonne von der Erde 23702 Erdhalbmeſſer oder 11851 Durchmeſſer der Erde gibt, d. h. 11851 an einander gelegte Erdkugeln würden von hier aus die Sonne erreichen. Demnach wäre die Sonne beynahe 400 Mahl weiter von uns entfernt, als der Mond.

Die alten Aſtronomen haben ſchon den ſcheinbaren Durchmeſſer der Sonne ziemlich genau angegeben. Ihre Beſtimmungen und Methoden, ihn zu meſſen, findet man beym Riccioli [α]). Neuere Methoden, ihn zu finden, ſind unter dem Artikel, Heliometer, angeführet worden. Im Sommer wird er beſtändig kleiner als im Winter gefunden. Weil aber die Sonne im Sommer bey uns in größern Höhen beobachtet werden kann, wobey die Strahlenbrechung weniger Einfluß hat, ſo ſetzt man auch auf die Beobachtungen des Sonnendurchmeſſers im Sommer mehr Zutrauen, als auf die im Winter. Beym Caſſini [β]) findet man der Sonne

größten Durchmeſſer 32′ 37½″ den 23. Decemb. 1732.
kleinſten —— 21′ 32½″ den 30. Juni 1735.

hieraus wurde alſo der mittlere Durchmeſſer 32′ 5″ gefunden.

Brad-

α) Almageſt. nov. Tom. I. lib. III. cap. 10.
β) Elem. de l'aſtron. Lib. I. ch. 2.

Bradley und de la Lande fanden den kleinſten Sonnendurchmeſſer 31′ 30½″; letzterer ſieht es aber als möglich an, daß bey ſeinem Heliometer die Abweichung den Durchmeſſer um 2 bis 3 Sekunden möchte vergrößert haben. Short fand mittelſt eines achromatiſchen Objektivmikrometers an einem Spiegelteleſcope von 2 Fuß den kleinſten Sonnendurchmeſſer 31′ 28″. De la Lande *) nimmt indeſſen den größten Durchmeſſer 32′ 36″ und den kleinſten 31′ 31″ an, woraus der mittlere 32′ 3,5″ gefunden wird. In den Berliner Tafeln iſt der mittlere Durchmeſſer 32′ 2″ geſetzet, und ſelbſt de la Lande nimmt ihn in den Tafeln nur 31′ 57,5″ an.

Wenn man die Sonnenparallaxe in der Erdferne 8,5 Sekunden ſetzet, ſo wird folglich der Erddurchmeſſer, aus der Sonne geſehen, unter dem Winkel 17″ erſcheinen, da indeß der Sonnendurchmeſſer, aus der Erde geſehen, unter dem Winkel 31, 31″ = 1819″ erſcheinet. Nun verhalten ſich aber die ſcheinbaren Durchmeſſer der Erde aus der Sonne geſehen, und der Sonne aus der Erde geſehen wie ihre wahren Durchmeſſer, mithin iſt das Verhältniß der letztern = 17 : 1819 = 1 : 111,335, oder es iſt der wahre Sonnendurchmeſſer über 111 Mahl größer als der Erddurchmeſſer. Setzt man mit de la Lande die mittlere Sonnenparallaxe = 8,5 Sek. und den mittleren Sonnendurchmeſſer = 31′ 57,5″ = 1917,5″, ſo wird das Verhältniß des Erddurchmeſſers zum Sonnendurchmeſſer = 17 : 1917,5 = 1 : 112,79, oder es iſt die Sonne im Durchmeſſer 112,79 Mahl größer als der der Erde. Nimmt man die Sonne als eine völlige Kugel an, ſo läßt ſich nach geometriſchen Gründen ſehr leicht das Verhältniß der Oberfläche und der körperliche Raum der Sonne gegen die Oberfläche und den Raum der Erde berechnen. Man findet nämlich die Sonne

an Oberfläche 12723 Mahl und
an körperl. Raum 1435025 Mahl größer

als die Erde. Der Erddurchmeſſer enthält 1719 geographiſche

*) Aſtronomie §. 1230.

ſche Meilen, mithin wird der Sonnendurchmeſſer, der 112 Mahl größer iſt, 193886 ſolcher Meilen betragen. In einem ſolchen ungeheuren Körper ließe ſich alſo die Erdkugel an 112 Mahl in gerader Linie legen, und wenn der ganze körperliche Raum einer Kugel, deren größter Kreis die Mondbahn vorſtellet, mitten in den körperlichen Raum der Sonne geſtellet würde, ſo würde dieſer von jenem nicht ausgefüllt, ſondern es würde ringsherum noch ein Raum für 25 Erdkugeln übrig bleiben.

Weil der ſcheinbare Sonnendurchmeſſer nicht zu allen Zeiten gleich groß gefunden wird, ſo folget nothwendig daraus, daß die Sonne nicht immer gleich weit von der Erde entfernet ſey. M. ſ. Sonnennähe, Sonnenferne. Die alten Aſtronomen, welche die Sonne um die Erde laufen ließen, nahmen daher an, daß die Sonnenbahn ein Kreis ſey, in deſſen Mittelpunkte ſich nicht die Erde befinde: Nach dem copernikaniſchen Syſteme war dieſer Kreis die Erdbahn, und die Sonne befand ſich außer dem Mittelpunkte des Kreiſes. Endlich aber bewies Kepler, daß die Erdbahn eine Ellipſe ſey, in deren einem Brennpunkte die Sonne ſtehe. Die Eccentricität dieſer Ellipſe wird aus dem Verhältniſſe des kleinſten und größten Sonnendurchmeſſers gefunden. M. ſ. Eccentricität.

Wenn wir alſo annehmen, daß die Erde in der elliptiſchen Bahn ein Mahl im Sonnenjahre umläuft, ſo muß es uns vorkommen, als wenn die Sonne in dieſer Zeit einen größten Kreis nach eben der Richtung zurückgeleget hätte. Dieſer Kreis iſt die Ekliptik, deren Fläche folglich mit der Erdbahn zuſammenfällt. Würde die Erde um die Sonne mit gleicher Winkelgeſchwindigkeit herum gehen, ſo würde uns auch die Bewegung der Sonne gleichförmig erſcheinen, und ihr Fortrucken würde täglich 59′ 8,3″ betragen. Weil aber die Erde im Sommer langſamer fortgehet, und mithin von ſelbiger weiter entfernet iſt, als im Winter, ſo erſcheinet uns auch die Bewegung der Sonne im Sommer langſamer als im Winter, und hieraus entſtehet eine beträchtliche

Ungleichheit des ſcheinbaren Sonnenlaufs, ſo daß ſie im Sommer nur 57′ und im Winter 61 täglich in der Ekliptik fortzurucken ſcheinet. Dieß iſt die Urſache, warum die Sonne in den ſechs oberen Zeichen um 8 Tage länger, als in den ſechs unteren Zeichen zu verweilen ſcheinet, ſo daß alſo die Zeitdauer des Frühlings und Sommers um 8 Tage größer iſt, als der Herbſt und Winter.

Die große Axe der Erdbahn behält nicht immer einerley Lage; ſie ſcheint ſich vielmehr etwas vorwärts nach der Ordnung der Zeichen zu bewegen, ſo daß ſie Anſehung ihrer Läng eine Aenderung von 1′ 6″ erleide. M. ſ. **Sonnenferne.**

Sehr zahlreiche Beobachtungen haben aber gelehret, daß die Erde in ihrer Bahn von den übrigen Himmelskörpern, beſonders von dem Monde, dem Jupiter und der Venus geſtöret werde, welches nothwendig von den verſchiedenen Anziehungen in den verſchiedenen gegenſeitigen Stellungen dieſer Himmelskörper erfolgen muß, daher iſt eine Verbeſſerung für den nach der Theorie beſtimmten Ort der Sonne nach dem jedesmahligen Stande dieſer Himmelskörper nöthig. M. ſ. **Perturbation.** Die ältern Aſtronomen nahmen auf dieſe Störungen keine Rückſicht, mithin konnten auch ihre berechneten Tafeln über den Sonnenlauf mit dem wahren Laufe der Sonne nicht zuſammenſtimmen. Richtigere Sonnentafeln lieferten **Halley** [α]), **de la Caille** [β]), **Tob. Mayer** [γ]), und vor einigen Jahren der Herr **von Zach** [δ]). Letzterer hat ſeine Hauptabſicht auf genauere Zeitbeſtim-

α) Halley's richtige Sonnentabelle in den verbeſſerten ſtyl. curr. reducirt von Schuhmacher. Jena 1763.

β) Tabulae ſolares. Paris 1758. und in Hells append. ad Ephemer. Vien 1767.

γ) Berliner Samml. aſtronomiſch. Tafeln 1776. 8. B. I. S. 225 f.

δ) Tabulae motuum ſolis nouae et correctae, ex theoria grauitatis et obſeruationibus recentiſſimis erutae, quibus accedit fixarum praecipuarum catalogus nouus ex obſeruationibus aſtronomicis annis 1787 — 1790 in ſpec. aſtronomica Gothana habitis. editae auſpiciis et ſumtibus ſeren. ducis Saxo Gotha. auct. *Franc. de Zach*. Gothae 1792. 4.

beſtimmung gerichtet, indem die bisher aus den Beobachtungen der Sonne abgeleitete Zeit wenig mit derjenigen, welche aus Sternenbeobachtungen gefolgert ward, zuſammenſtimmte. Bey den Mayerſchen Sonnentafeln fand eine Abweichung vom wahren Sonnenlaufe von 24 Sek. Statt. Es hat daher der Herr von Zach ſich bemühet, dieſe bisher als beſten Tafeln theils durch Verbeſſerung ihrer Elemente, theils durch den Gebrauch neuer und beſſerer Störungsformeln mit den neuern Beobachtungen zuſammenſtimmender, und mit den geraden Aufſteigungen der Sonne mehr zuſammentreffend einzurichten. Auch hat er den Tafeln für die unmittelbare Zeitberechnung eine ſolche beſtimmte Anordnung gegeben, daß man ſicher ſeyn kann, der Fehler der Zeitberechnung werde nie bis auf eine ganze Zeitſekunde gehen.

Wegen der außerordentlich großen Maſſe der Sonne muß dieſe eine ſehr große anziehende Kraft gegen die übrigen Himmelskörper im Sonnenſyſtem ausüben, und eben dieſe Kraft iſt es, welche alle übrige Körper in ihrem Laufe erhält, daß ſie nicht entfliehen können. Gewöhnlich heißt ſie die Centripetalkraft. Dieſe Kraft, welche jederzeit der Maſſe proportional iſt, hat de la Lande 364512, la Place aber 329809 Mahl größer, als die Schwere der Erdkörper bey gleicher Entfernung vom Mittelpunkte angegeben, d. h. ein Körper, der auf unſerer Erde 1 Pfund wiegt, würde von der Sonne mit einer Kraft von 329809 Pfund getrieben werden, wenn er von dem Mittelpunkte der Sonne nicht weiter entfernet wäre, als er hier auf der Erde von dem Mittelpunkte derſelben entfernet iſt (m. ſ. Gravitation, Th. II. S. 812.). Brächte man nun einen ſolchen Körper auf die Oberfläche der Sonne, ſo würde er von ihrem Mittelpunkte 152 Mahl weiter abſtehen, als er von dem Mittelpunkte unſerer Erde entfernet wäre. Seine Schwere gegen die Sonne würde alſo vermöge des Geſetzes der Gravitation im Verhältniſſe des Quadrats von 112 abnehmen, d. h. 12544 Mahl geringer werden. Daraus folgt, daß die Schwere der Körper auf

der

der Sonne $\frac{329809}{12544}$ oder ungefähr 26 Mahl größer, als auf unſerer Erde ſeyn würde. Sie würden alſo in der erſten Sekunde durch 26 × 15,0957, d. h. faſt 393 Pariſer Fuß oder 406,7 Rheinl. Fuß durchlaufen. Da ſich ferner die Dichtigkeiten bey kugelförmigen Körpern wie die Maſſen dividiret durch die Würfel ihrer Durchmeſſer verhalten, ſo würde hieraus die Dichtigkeit der Sonne $\frac{329809}{1404928} =$ 0,2347 — Mahl geringer als die der Erde folgen.

Herr Käſtner [α]), welcher die hierher gehörigen Rechnungen ſchärfer, als es ſonſt zu geſchehen pfleget, geführet hat, findet die Sonnenmaſſe 346230 (die Sonnenparallaxe = 8,7″, und die Mondparallaxe = 57′ 21″ geſetzt), wenn die Maſſe der Erde = 1 iſt. Hieraus berechnet er ferner, den Sonnenhalbmeſſer = 112,79 Erdhalbmeſſer geſetzt, die Dichtigkeit der Sonne = 0,24129 von der Erde, die Schwere auf der Oberfläche der Sonne 27,215 Mahl ſo groß, als auf der Erdfläche, und den Fall in einer Sekunde 409,64 Fuß.

Von der Beſchaffenheit der Sonne hat man verſchiedene Meinungen gehabt. Ihre ſo ungemein ſtarke erwärmende Eigenſchaft mußte nothwendig ſchon den erſtern Beobachtern, ohne weitere Unterſuchungen, zur Vermuthung Anlaß geben, daß ſie aus einem wirklich brennenden Körper beſtehe. Dieſe Muthmaßung ſchien ſich noch mehr zu beſtätigen, da man durch Gläſer entdeckte, daß ihre Strahlen in einen engen Raum zuſammengebracht entzündliche Körper anzündeten. So ſtellte ſich Kircher [β]) die Sonne als ein Meer von wallendem Feuer vor, wie fließendes und wallendes Kupfer im Schmelzofen. Seine Abbildung davon, wie er und Pat. Scheiner ſie zu Rom 1635 beobachtet hatten, iſt von Zahn [γ]) und vielen andern copiret worden. Wolf [δ]) betrach-

α) Anfangsgründe der höhern Mechanik. 2te Aufl. Göttingen 1793. § 247.

β) Mundus ſubterraneus. Amſtel. 1678. fol. Tom. I. p. 64.

γ) Oculus artificialis p. 190.

δ) Elementa matheſ. vniuerſ. Tom. III. Halae 1753. 4. element. aſtron. §. 431.

betrachtet ſogar den Satz, daß die Sonne ein Feuer ſey, als einen mathematiſchen Lehrſatz, den er daraus bewies, daß die Sonne leuchte, wärme, brenne u. ſ. w. und überhaupt alle Kennzeichen des Feuers beſitze. Allein, wenn man ſich unter dem Feuer eine wirkliche Flamme brennender Körper vorſtellet, wie bey der Sonne zuverläſſig angenommen wird, ſo hat dieſe Hypotheſe unüberwindliche Schwierigkeiten. Ein ſolches Feuer kann nie ohne Nahrung beſtehen, und ſetzet daher nicht allein eine wirklich vorhandene brennbare Subſtanz, ſondern auch den Zugang von Lebensluft voraus. Es käme alſo darauf an, ſich einen ſolchen Stoff in der Sonne, und eine beſtändig zufließende Lebensluft gedenken zu können: woher ſoll aber beydes kommen? Die Meinung, daß die in die Sonne ſtürzenden Kometen, und die Ausdünſtungen aus den Planeten derſelben Nahrung zum Verbrennen geben, iſt ganz unzureichend und nun ſchon hinlänglich widerleget; auch der Gedanke, welchen **Wolf** hatte, daß ſich das ewige Feuer der Sonne nicht ſo zerſtreuen könne, wie die Flamme unſerer brennenden Körper, weil jenes in keiner ſo ſpecifiſch ſchwerern Luft, wie bey uns, in die Höhe ſteigen könne, reicht nach Erlangung richtigerer Begriffe vom Verbrennen ebenfalls nicht mehr zu. Ja wenn man auch annehmen wollte, die Sonne ſey ein bloß glühender Körper, ſo müßte doch immer noch ein beſtändiger Zufluß von reiner Luft vorausgeſetzet werden.

Ueberhaupt iſt aber der Schluß, daß die Sonne, weil ihre Strahlen erwärmend ſind, und ſogar im verdichteten Zuſtande zünden, ein wirkliches Feuer ſey, gar nicht richtig. Es laſſen ſich vielmehr weit richtigere Erklärungen geben, nach welchen dieſe Wirkungen erfolgen können, ohne daß die Sonne ſelbſt brennen darf. Daß die Sonnenſtrahlen wärmen, liegt nicht darin, weil ſie wirklich warm ſind, ſondern ſie beſitzen ein bloßes Vermögen, den Wärmeſtoff aus andern Körpern zu entwickeln. Da erwärmen ſie nicht, wo ſie keinen Wärmeſtoff antreffen, und wo ſie dieſen in geringer Menge finden, erwärmen ſie auch nur wenig. Dieß

beweiſet

beweiſet die bekannte Erfahrung auf ſehr hohen Bergen, und überhaupt in den höhern Gegenden der Atmoſphäre, wo es beſtändig kälter, als in den niedrigen Gegenden iſt. Es ſcheinet alſo die unmittelbare Urſache der Wärme nicht in den Sonnenſtrahlen, ſondern vielmehr in den Erdkörpern ſelbſt zu liegen. Dieſen Vorſtellungen zu Folge kann man ſich keinesweges auf diejenigen Berechnungen verlaſſen, durch welche man vormahls die erſtaunende Erhitzung der Kometen, des Merkurs u. ſ. f. durch die ſo nahe Sonne zu erweiſen ſich bemühete. Ohne Zweifel würden alle dieſe Körper in Dampf aufgelöſet werden müſſen, wenn die Sonne ein wirklich mit Flamme brennender Körper wäre.

Andere vermuthen, die Sonne ſey eine mit elektriſchem Feuer umgebene Kugel, welches durch ihren ſchnellen Umſchwung erzeuget, und durch das ganze Syſtem verbreitet werde. Selbſt Herr Bode ſcheint dieſer Meinung vor allen übrigen zugethan zu ſeyn. Dieſer große Aſtronom ſtellt ſich überhaupt die Sonne als eine dunkele planetiſche Kugel vor, die alle Ungleichheiten des feſten Landes, und Meere auf ihrer Oberfläche beſitze, und in der elektriſchen Lichtmaterie, wie unſere Erde in der Atmoſphäre, eingehüllet ſey. Bey einer ſolchen Beſchaffenheit der Sonne könne man ſich auch ſehr gut Bewohner derſelben gedenken.

Noch andere haben vermuthet, die Sonne ſey eine Kugel mit wirklicher Lichtmaterie, andere mit verdichtetem Aether, noch andere mit einer durch die Elektricität entzündeten brennbaren Luft u. ſ. f. umgeben. Daß die Sonne eine für ſich wirklich dunkele Kugel ſey, wird durch neuere Beobachtungen immer wahrſcheinlicher (m. ſ. **Sonnenflecken**), und daß ſie mit einem leuchtenden Ueberzuge verſehen ſey, lehret uns die Erfahrung; aus welcher Materie aber dieſer Ueberzug beſtehe, iſt uns unbekannt.

Noch einige Muthmaßungen über die Beſchaffenheit der Sonne findet man unter dem Artikel, **Sonnenflecken**.

Uebrigens bezeichnen die Aſtronomen die Sonne mit dem Zeichen ⊙.

Ob die Sonne eine Atmoſphäre beſitze ſ. m. die Artikel, Atmoſphäre der Sonne, Thierkreislicht.

M. ſ. Bode kurz gefaßte Erläuterung der Sternkunde. Th. I. §. 400 u. f. §. 476 f. Käſtner Anfangsgründe der Aſtronomie. 4te Aufl. 1792. 8. an verſchiedenen Stellen.

Sonnenbahn ſ. Ekliptik.

Sonnenfackeln ſ. Sonnenflecken.

Sonnenferne (aphelium, aphelde) heißt derjenige Punkt in einer Planetenbahn, welcher von der Sonne am weiteſten entfernet iſt.

Nach dem Ptolemäiſchen Syſteme, nach welchem alle Planeten nebſt der Sonne ſich um die Erde bewegen, konnte keine Sonnenferne Statt finden. Copernicus aber ſetzte in die Stelle der vormahligen Erdfernen die Sonnenfernen. Durch Keplern ſind jedoch erſt richtigere Begriffe von ihnen eingeführet worden. Dieſer fand nämlich, daß die Planeten in elliptiſchen Bahnen (fig. 58.) a q b p um die Sonne laufen, in deren Brennpunkte f die Sonne ſteht. Die große Axe a b dieſer Bahnen in ſelbigen die beyden Punkte a und b ab, wovon erſterer die Sonnennähe und letzterer die Sonnenferne iſt. In den Stellen p und q, wo $fp = fq$, befindet ſich der Planet in den mittleren Entfernungen, mittleren Abſtänden von der Sonne.

Bey der Berechnung des Planetenlaufs kommt es vorzüglich darauf an, daß man den Punkt der Sonnenferne meſſe, indem von dieſem die ſo genannten Anomalien zu zählen angefangen werden. M. ſ. Anomalie. Für dieſe Stelle in der Bahn iſt alſo nicht allein die wahre Anomalie, ſondern auch die mittlere Anomalie $= 0$, folglich iſt auch der Unterſchied für beyde Anomalien, oder die Gleichung der Bahn $= 0$. Da ſich nun vermöge der kepleriſchen Regeln die Geſchwindigkeiten der Planeten in jeder Stelle ihrer Bahn verkehrt, wie die Entfernungen von der Sonne verhalten, ſo muß nothwendig die Geſchwindigkeit an derjenigen Stelle, welche von der Sonne am weiteſten abſtehet,

d. i. in der Sonnenferne, am kleinſten, oder der Planetenlauf muß in der Sonnenferne am langſamſten ſeyn.

Die Sonnenferne für die Erdbahn um die Sonne findet man, wenn man zu derjenigen Zeit Beobachtungen anſtellet, wo die Sonne am langſamſten fortzurucken ſcheinet, und ihr ſcheinbarer Durchmeſſer am kleinſten iſt; denn gerade da iſt ſie von der Erde am weiteſten entfernet. Dieß findet gegen das Ende des Juni Statt.

Was die übrigen Planeten betrifft, ſo zeiget die Aſtronomie Methoden, ihre Sonnenfernen zu finden, welche hier nicht angegeben werden können. Unter dem Artikel, **Weltſyſtem**, wird man ſie in einer Tabelle angezeigt finden. Bey Vergleichung der ältern Beobachtungen mit den neuern findet ſich, daß die Sonnenfernen der Planeten von Zeit zu Zeit ſich fortzurucken ſcheinen, und daß dieſes Fortrucken bey jedem Planeten jährlich etwas weniges über 50 Sekunden beträgt. Es wird daher wahrſcheinlich, daß die Sonnenfernen in Abſicht auf die Fixſterne nach der Ordnung der Zeichen vorwärts, wiewohl ſehr langſam, gehen.

Wenn die Sonnenfernen unverändert blieben, ſo würden bloß die Sonnenfernen mit den Fixſternen zugleich wegen des Vorrückens der Nachtgleichen jährlich um 50 Sekunden fortrucken. M. ſ. **Vorrücken der Nachtgleichen.** Wenn aber die Sonnenfernen noch weiter als 50 Sekunden vorwärts ſtehen, ſo zeiget dieß, was über 50 Sekunden hinausgeht, eine wirkliche Bewegung der Sonnenferne in Rückſicht der Fixſterne an. Z. B. die große Axe der Erdbahn ſcheinet jährlich um 1′ 6″ fortzurücken, hiervon kommen nun 50″ vom Vorrücken der Nachtgleichen her; die übrigen 16″ ſcheinen alſo wirklich eine langſame Axenbewegung anzuzeigen.

Indeſſen ſind die Sternkundigen noch nicht eins, ob dieſer Unterſchied vielleicht von Fehlern der ältern Beobachtungen herrühre. So gibt z. B. **Kepler** in den Rudolphiniſchen Tafeln die jährliche Bewegung der Sonnenferne des Jupiters nur 47 Sekunden an. Zieht man alſo hiervon 50 Sekunden wegen des Vorrückens der Nachtgleichen ab, ſo würde

daraus ein Rückwärtsgehen der Axe des Jupiters um 3 Sekunden folgen, welches aber durch neuere Beobachtungen ganz widerleget wird. Nach **de la Lande** iſt es beſonders durch Beobachtungen am Mars unläugbare Thatſache, daß die Sonnenfernen der Planeten nach der Ordnung der Zeichen vorwärts fortrucken.

In der That hat aber auch die phyſiſche Aſtronomie Gründe für das Fortrucken der Sonnenfernen. Wird nämlich der Planet in ſeiner ſonſt regelmäßigen elliptiſchen Bahn durch andere Himmelskörper geſtöret, ſo wird er bey ſeinem Umlaufe um die Sonne in Stellen kommen, wo er etwas weiter von der Sonne ab, und aus ſeiner vorigen Ellipſe gleichſam in eine neue gezogen wird; mithin muß ſich die Sonnenferne ebenfalls nach der Seite hin, wo der Planet von andern Himmelskörpern angezogen wird, fortzurucken ſcheinen.

Zuletzt iſt noch der Umſtand zu bemerken, daß die Sonnenfernen aller Planeten aus der Sonne geſehen, ziemlich auf einerley Seite des Himmels, oder in einerley Hälfte der Ekliptik, nämlich vom Zeichen der Jungfrau bis zu dem der Fiſche, fallen. Unter allen ſonſt bekannten Planeten ſchien die Sonnenferne der Venus am weiteſten vorzurucken. Allein noch weiter ſcheint des Uranus Sonnenferne vorwärts zu fallen.

M. ſ. **Käſtner** Anfangsgründe der Aſtronomie. Götting. 1792. 8. § 235 f. §. 263.

Sonnenfinſterniſſe ſ. **Finſterniſſe.**

Sonnenflecken (maculae ſolares, taches du ſoleil) ſind ſchwarze Flecken von keiner beſtimmten Geſtalt, die man von Zeit zu Zeit in der Sonnenſcheibe, theils einzeln, theils in großer Anzahl wahrnimmt.

Die erſten mit Gewißheit bekannten Sonnenflecken wurden gleich mit der Erfindung der Fernröhre beobachtet. Inzwiſchen mag es wohl ſeine Richtigkeit haben, daß ſchon vor der Erfindung der Fernröhre Flecken in der Sonne ſind wahrgenommen worden, ohne jedoch dieſelben für ſolche zu halten.

halten. So erzählet ein ungenannter Annaliſte des mittleren Zeitalters [α]) beym Jahre 807 unter andern aſtronomiſchen Beobachtungen auch dieſe: et ſtella Mercurii XVI. kal. April. viſa eſt in ſole, quaſi *paruula macula nigra*, paulo ſuperius medio centro eiusdem ſideris, quae a nobis octo dies conſpecta eſt. Sed quando primum intrauit et euixit, nubibus impedientibus, minime notare potuimus. Weil es aber unmöglich iſt den Merkur mit bloßen Augen und 8 Tage lang in der Sonne zu ſehen, ſo iſt ſehr wahrſcheinlich dieß nichts anders, als ein großer Sonnenfleck geweſen. Gleichwohl hielt es **Kepler** [β]) für einen wirklichen Durchgang des Merkurs durch die Sonnenſcheibe, und ändert octo dies in octoties mit dem Beyſatz, vt ego lego barbare. Allein ſein Lehrer **Mäſtlin** widerlegte ſchon im Jahre 1606 **Keplers** Einfall mit guten Gründen.

Selbſt **Kepler** glaubte auch den Merkur am 28ſten März 1607 in der Sonne geſehen zu haben [γ]). Da er aber nachher von den Sonnenflecken benachrichtiget wurde, und überzeuget ward, daß Merkur damahls unmöglich in der Sonne geweſen ſeyn könne; ſo geſtand er ſeinen Irrthum ſelbſt ein, und gab auch ſeinem Lehrer **Mäſtlin** wegen der angezogenen Stelle des Annaliſten Recht. Inzwiſchen machte er doch dieſerwegen einige Anſprüche auf die Ehre der Entdeckung der Sonnenflecken, wie die von **Hanſch** [δ]) aus der Vorrede ſeiner Ephemeriden von 1616 angeführte Stelle zeiget, wo er ſich mit dem **Marius** vergleichet, welcher die Trabanten des Jupiters ebenfalls zuerſt geſehen habe, ohne ſie dafür zu halten. So ſchreibet er an dieſer Stelle: Felix

α) Aſtronomi anonymi annales Caroli M. in *Joan. Reuberi* collect. ſcriptorum rerum germanicarum p. 27 ſq.

β) Paralipomena ad Vitellionem p. 306.

γ) Ausführlicher Bericht von dem neuerlich 1607 erſchienenen Haarſtern. Hall in Sachſ. 1608. 4. imgl. phaenomenon ſingulare ſ. Mercurius in ſole. Lipſ. 1609. 4.

δ) Vita *Kepleri* in epiſtolis ad *Keplerum* ſcriptis. Lipſ. 1718. fol. p. XXI.

lix ſum eo ipſo, quod primus hoc ſeculo macularum obſeruator; eripio ergo filio tuo palmam hanc eodem iure, quo *Marius Galileo* ſatellitii Jouialis primum viſi laudem eripuit. Nam ſi ego neſciui, me ſolis videre maculas, neſciuit et ille principio, ſe Jouiales ſatellites aſpicere, cum tamen adſpiceret etc. Keplers Beobachtung war übrigens an einem im verfinſterten Zimmer aufgefangenen Sonnenlichte mit bloßen Augen gemacht.

Durch die Fernröhre endlich, mit deren Erfindung die zu erwartenden Entdeckungen, beſonders am Himmel, gleichſam vergeſellſchaftet waren, erhielt man Mittel, die Sonnenflecken genauer und zuverläſſiger zu unterſuchen. Sie wurden von unterſchiedenen faſt zu gleicher Zeit bemerket. Johann Fabricius, deſſen Vater, David, Prediger zu Oſtell in Oſtfriesland, und ſelbſt Beobachter war, brachte von einer Reiſe durch Holland ein Fernrohr mit, wodurch er nebſt ſeinem Vater die Sonne betrachteten. Sie ſahen in die Sonne, ohne weitere Vorbereitung, als daß ſie die Sonne von der äußerſten Grenze des Fernrohres nach und nach in die Mitte führten, alſo mit Gefahr ihrer Augen. Dadurch nahm der Sohn Sonnenflecken gewahr, und ſchloß aus ihrer Bewegung ſogleich die Umwälzung der Sonne um ihre Axe. Den Tag der erſten Beobachtung führet er zwar nicht an; ſeine Schriſt aber, die er im Juni 1611 zu Wittenberg drucken ließ, iſt unter allen, welche von dieſem Gegenſtande handeln, ohne Zweifel die erſte *); auch geſteht Kepler in der Vorrede der Ephemeriden von 1616 dem Fabricius die Ehre der Entdeckung zu. Er bemerket in ſeiner Schrift, daß er noch vor der Reiſe nach Wittenberg ganz allein einen großen Sonnenflecken beobachtet, ſeinen Vater dazu gerufen, und ſich ſeit dem Anfange des Jahres 1611 die Umwälzung der Flecken angemerket habe. Daraus läßt ſich

*) *Joan. Fabricii* Phryſi de maculis in ſole obſeruatis et apparente earum cum ſole conuerſione narratio. Viteberg. 1611. $5\frac{1}{2}$ plag. 4.

ſich alſo ſchließen, daß Fabricius dieſe Entdeckung gegen das Ende des Jahres 1610 gemacht haben möge.

Auch der Pater **Chriſtoph Scheiner**, Profeſſor der Mathematik zu Jngolſtadt, beobachtete die Sonnenflecken im März des Jahres 1611 durch ein Fernrohr. Dabey gebrauchte er aber die Vorſicht, die Sonne erſt zu betrachten, wenn ſie hinter dünnen Wolken ſtand. Dieſe Erſcheinung zeigte er ſeinem Collegen P. **Cyſalus** am 21ten März, und bediente ſich in der Folge blauer Gläſer, um den Sonnenglanz zu vermindern. Bald nachher aber beobachtete er mit geringerer Gefahr ſeiner Augen und mit größerer Bequemlichkeit die Sonnenflecken in einem verfinſterten Zimmer, indem er das Bild der Sonne durch ein Holländiſches Fernrohr auf einer Ebene auffing. Durch dieſe Vorrichtung hatte er das Vergnügen, dieſe Erſcheinungen an der Sonne mehreren ſeiner Collegen zu zeigen, wodurch ſie bald bekannter wurden. Da man aber die Sonne nach der damahligen ariſtoteliſchen Phyſik für das reinſte Feuer hielt, ſo wollte der Provincial des Ordens **Theodor Buſäus** die Entdeckung der Sonnenflecken nicht ohne Behutſamkeit bekannt machen laſſen. **Scheiner** ſchrieb daher ſeine erſten Beobachtungen an den gelehrten Patricier zu Augsburg **Markus Welſer**, welcher ſie ohne Mitwirkung des Verfaſſers bekannt machte [α]). Die Briefe ſind vom 12ten Novemb. und 26ten Decemb. 1611, im dritten unterzeichnet ſich **Scheiner**: Apelles latens poſt tabulam. Nicht lange darauf folgte eine Fortſetzung dieſer Beobachtungen [β]), wo der dritte vom 25ten Juli 1612 datirte unterſchrieben iſt: Apelles latens poſt tabulam, vel ſi mauis, Vlyſſes ſub Aiacis clypeo. **Scheiner** erhielt nachher einen Ruf nach Rom, wo er ſeine Beobachtungen mit unermüdetem Fleiße fortſetzte, und ſie endlich nebſt den Folge-

α) Tres epiſtolae de maculis ſolaribus ſcriptae ad *Marcum Velſerum*, cum obſeruationum iconiſmis. Aug. Vindel. 1612. 2 pl. 4.

β) De maculis ſolaribus et ſtellis circa Jouem errantibus accuratior deſcriptio ad *Marc. Velſerum* perſcripta. Aug. Vindel. 1612. 4. 52 S. mit Kupfern.

Folgerungen daraus in einem großen ſchätzbaren Werke [a]) beſchrieb, welches über 2000 Beobachtungen abbildet, und von den Aſtronomen mit ungemeinem Beyfall aufgenommen wurde.

Galilei machte ebenfalls Anſpruch an der Entdeckung der Sonnenflecken, und behauptete, er habe ſie eher beobachtet, als ihm Scheiners Beobachtungen bekannt geworden wären. Welſer hatte Scheiners Briefe am 6ten Jan. 1612 an ihn geſchickt. Galilei machte einige Erinnerungen darüber, und behauptete, Scheiner habe bereits von ſeinen ältern Beobachtungen Nachricht gehabt [β]). Allein Scheiner vertheidigte ſich durch Anführung verſchiedener Zeugen ſehr gründlich dagegen in ſeiner Roſa Vrſina.

Dieſer Erzählung zu Folge hat man mit Recht den Fabricius für den erſten gehalten, der die Sonnenflecken beobachtet hat. Allein vor einigen Jahren hat der Herr von Zach in den vorgefundenen Manuſcripten eines Engländers, Thomas Harriot, eine Reihe Beobachtungen von Sonnenflecken gefunden, welche vom 8ten December 1610 bis zum 18ten Jan. 1613 ununterbrochen fortgeht [γ]). Es ſind dieſe Beobachtungen ſehr umſtändlich und ſorgfältig beſchrieben; ſie beweiſen, daß Harriot Fernglåſer hatte, welche 10, 20 und 30 Mahl vergrößerten. Dieß ſind alſo wohl die erſten Beobachtungen, welche von den Sonnenflecken aufgezeichnet ſind, ob ſie gleich ſo lange im Manuſcripte verborgen blieben. Es muß alſo Harriot, wo nicht vor dem Fabricius, doch wenigſtens mit ihm zu gleicher Zeit dieſe Entdeckung gemacht haben. Galilei führet

a) Roſa Vrſina ſ. ſol ex admirando facular. et macular. ſuarum phaenomena variis nec non ſuper polos proprios mobilis a *Chriſtoph. Scheinero*, Germ Svevo e ſoc. Je. Bracciani. 1630. fol.

β) Iſtoria et dimoſtrazioni intorno alle macchie ſolari del ſign. *Galileo Galilei*. in Roma 1614. 4. und in den opere di *Galilei*. Prolog. 1655. Vol. III.

γ) Beobacht des Uranus u. ſ w. und Anzeigen von den in England aufgefundenen Harriotſchen Manuſcripten aus einem Schreiben des Herrn von Zach. Lond. d. 26. Novemb. 1788. in Bode aſtronom. Jahrbuche für 1788. S. 154 f.

führet zwar in einem vom 4ten May 1612 datirten Briefe an, er habe bereits die Sonnenflecken vor 18 Monaten beobachtet, welches die Entdeckung auf den Novemb. des Jahres 1610 zurückbringen würde. Allein hiervon konnte damahls weder Harriot noch Fabricius etwas wiſſen. Ueberdieß gedenkt auch Harriot des Galilei nicht, ſondern führet als Veranlaſſung ſeiner Beobachtungen den Joſeph a Coſta *) an, welcher erzähle, daß man in Peru Flecken an der Sonne ſehe. Der Herr von Zach füget noch die Bemerkung bey, es habe Harriot das Fernrohr viel eher aus Holland erhalten können, als Galilei, und hätte Harriot wirklich die Galileiſchen Nachrichten gehabt, ſo würde er auch um die wunderbare Geſtalt des Saturnusringes, welche Galilei entdeckte, gewußt haben, von der er aber nichts melde. Die Muthmaßung des Herrn von Zach, daß Harriot das Fernrohr eher in Händen hätte haben können, ſcheint nun wohl unrichtig zu ſeyn, indem ſchon Galilei im Jahre 1609 durch eigenes Nachdenken auf die Zuſammenſetzung des Fernrohres kam, und damit Beobachtungen anſtellte, die er im nuncius ſidereus im Jahre 1610 beſchreibet, ohne auf Holländiſche Fernröhre warten zu dürfen. Indeſſen erwähnet dieſe Schrift nichts von Sonnenflecken, ſo wie eben ſo wenig die, die er im Jahre 1611 herausgab, und in welcher er von der Erſcheinung, die er am Saturn wahrgenommen hatte, Nachricht gibt. Eben daraus iſt es höchſt wahrſcheinlich, daß Galilei vor Fabricius und Harriot, mithin auch ſeinem Vorgeben nach im Novemb. 1610 von den Sonnenflecken noch nichts gewußt habe.

Da es für die Augen gefährlich iſt, die Sonne ohne alle weitere Vorbereitung durchs Fernrohr zu betrachten, wie Fabricius that, ſo war es natürlich auf andere Methoden zu denken, um ſie bequemer und mit geringerer Gefahr der Augen zu beobachten. Dieſerwegen machte Scheiner eine ſolche Vorrichtung, daß er das Sonnenbild in einem

*) Natural and Moral hiſtory of the Weſt. Ind. Lib. I. cap. 2.

nem dunkeln Zimmer auf einer Ebene hinter dem Fernrohre auffing. M. ſ. Helioſkop. Auf dieſe Art hat nachher auch Hevel α) Beobachtungen und Abbildungen von Sonnenflecken in großer Anzahl gemacht. Statt dieſes Verfahrens beobachtet man aber doch lieber die Sonne durchs Fernrohr ſelbſt, und ſchwächt ihr Licht durch Gläſer, die entweder durch Lampenruß geſchwärzt, oder ſtark gefärbt ſind. Es iſt dazu hinreichend, das Okularglas an einer Lampe oder Kerze mit Ruße ſo lange anlaufen zu laſſen, bis es einen völlig ſchwarzen Ueberzug erhalten hat, welcher die gewöhnlichen Objekte undurchſichtig macht; die Sonnenſcheibe wird ſich alsdann dadurch ohne Schaden für das Auge in dunkelrother Farbe zeigen. Die aſtronomiſchen Fernröhre ſind gewöhnlich mit beſonders ſtark gefärbten Plangläſern verſehen, die vor das Okularglas angeſchraubet werden, wenn man die Sonne betrachten will. Auf ſolche Art läßt ſich alsdann die ſcheinbare Größe und der Stand der Sonnenflecken durch Mikrometer oder Fadennetze ſehr genau beſtimmen. Scheiner bediente ſich ſchon der gefärbten Gläſer, und gab dem damit verſehenen Fernrohre den Nahmen des Helioſkops β).

Die vorzüglichſten Erſcheinungen, welche man an den Sonnenflecken wahrgenommen hat, ſind folgende: die meiſten Flecke zeigen in der Mitte einen ſchwarzen Kern, und ſind am Rande mit einem bräunlichen oder weißgrauen Nebel umgeben. Hevel γ) verglich dieſen Nebel mit den Flecken, den der Hauch aus dem Munde auf einem Spiegelglaſe macht, und ſagt, er erſcheine auch bisweilen gelbgrau. Dergleichen Nebel oder Schattenflecken erſcheinen oft ohne ſchwarzen Kern, und dehnen ſich zuweilen in großen Flecken aus. Einen ſolchen beobachtete Hevel δ) im Juli 1643, welcher ſich beynahe über den dritten Theil des Sonnendurchmeſſers erſtreckte. In der Folge entſtehen aus dieſen

α) Selenographia. Append. p. 500 ſq.
β) *Weidler* progr. helioſcopia emendata et illuſtrata. Viteberg. 1734. 4.
γ) proleg. ſelenograph. p. 84.
δ) Selenograph. Append. p. 506.

ſen Schattenflecken einzelne dunkele Flecken, wie Hevel im Auguſt 1643 bemerkte.

Sonſt ſind die Sonnenflecke einer ſehr großen Veränderung unterworfen. Scheiner nahm wahr, daß ſich ihre Geſtalt ändere, daß ſie wachſen, abnehmen, ſich in Nebel oder Schatten verwandeln und zuletzt ganz verſchwinden. De la Hire *) ſahe einen Flecken, welcher ſich in mehrere andere zertheilte. In der Folge erſcheinen auch andere, die verſchieden ſind, in der nämlichen Stelle wieder; doch hat man keinen geſehen, deſſen Erſcheinung über 70 Jahre gedauert hätte.

Auch die Menge der Flecken iſt ſehr veränderlich. Zur Zeit ihrer Entdeckung fand man die Sonne faſt nie ohne Flecken. Scheiner zählte einmahl deren 50. Nicht lange nach der Erfindung der Fernröhre fingen die Sonnenflecken an ſeltener zu werden, und vom Jahre 1650 bis 1670 hat man kaum einen oder zwey beobachten können. Von 1695 bis 1700 ſahe man gar keinen, hierauf erſchienen ſie wieder häufiger bis 1710, wo man bis 1713 nur wenige ſah; ſeit dieſer Zeit aber hat man faſt immer einige wahrgenommen. Am 20ten September 1785 beobachtete der Hof-Aſtronom König in Mannheim 38 dunkelſchwarze Flecken, welche, wenn ſie in einer Maſſe vereiniget vor derſelben geſtanden hätten, eine Sonnenfinſterniß von $4\frac{1}{2}$ Zollen hätten verurſachen können. Auch Herr Schröter führet dergleichen Fleckenſammlungen aus einer Menge dunkeler Kern- und Nebelflecken an, welche bisweilen einen 16 Mahl größern Flächenraum, als den unſerer Erde, einnehmen.

Uebrigens ſcheinen alle Sonnenflecken, ſo lange ſie ſichtbar ſind, ſich ziemlich parallel unter einander von Oſten nach Weſten durch die Sonnenſcheibe fort zu bewegen. Sie ſind aber faſt immer in eine Zone der Sonnenfläche eingeſchloſſen, deren Breite auf einem Sonnenmeridiane gemeſſen ſich nicht über 33 bis 34 Grade auf beyden Seiten des Sonnenäquators erſtreckt. Inzwiſchen ſind doch auch einige in

*) Mémoir. de l'Academie royale des ſcienc. de Paris 1702. p. 137.

in einer Entfernung von 44 Graden beobachtet worden. Iſt ein Flecken von hinreichender Dauer, ſo bringt er etwa 12 bis 13 Tage zu, ehe er durch die ganze Sonnenſcheibe hindurch kommt; hiernächſt ſieht man ihn 14 bis 15 Tage lang nicht; alsdann aber kommt er am öſtlichen Rande daſelbſt zum Vorſchein, wo man ihn vor 27 Tagen beobachtete. Dieſe Bewegung iſt allen Sonnenflecken gemein, und ſie ſcheint von der Erde aus gegen die Ordnung der Zeichen zu gehen. M. ſ. Folge der Zeichen. Stellt man ſich aber ein Auge im Mittelpunkte der Sonne vor, welches die Flecken um ſich gehen ſehe, ſo iſt es begreiflich, daß ſie dieſem Auge nach der Ordnung der Zeichen ſich zu bewegen ſchienen. Alſo folget wirklich die Umwälzung der Flecken um die Sonne nach der Folge der Zeichen, oder nach derſelben Richtung, nach welcher die Planeten um die Sonne laufen. Die Zeit dieſer Umdrehung hat Caſſini *) aus einer großen Menge Beobachtungen auf 27 Tage 12 Stunden 20 Minuten geſchloſſen.

Aus dieſen erwähnten Erſcheinungen ſchloſſen ſchon die erſten Beobachter der Sonnenflecken, **Fabricius** und **Scheiner**, die Umdrehung der Sonne um ihre Axe. Nimmt man nun an, die Flecken befinden ſich auf der Fläche der Sonnenkugel, ſo würde auch hieraus die Umwälzung der Sonne um ihre Axe unwiderſprechlich folgen. Allein man könnte auch dieſe Flecken für eigene Körper halten, welche eben ſo um die Sonne gingen, wie der Mond um unſere Erde. Indeſſen läßt ſich von der großen Menge der Flecken, an welchen man doch an die 200 Jahre dieſe übereinſtimmende Bewegung ohne Ausnahme wahrgenommen hat, nicht denken, daß ſie einzelne Körper ſeyn könnten; es laſſen ſich alſo wohl keine andere Vorſtellungen mit der größten Wahrſcheinlichkeit behaupten, als daß ſich die Sonne um ihre Axe herumwälze und die Flecken mit ſich herumführe.

Durch neuere und genauere Beobachtungen ſind die Umſtände der Umdrehungen weit bequemer beſtimmt worden.

*) Elements d'aſtronomie, lib. II. ch. 1. probl. 5.

den. Methoden hierzu lehren Hauſen α), de l'Isle β) und Caſſini γ) durch Zeichnung. Formeln zur Berechnung haben gegeben Käſtner δ) in der Vorausſetzung, daß die Flecken auf der Sonne ſind, wo drey Beobachtungen eines Fleckens hinreichen, Albr. Euler ε) in der Vorausſetzung, daß ſie etwas abſtehen, wo vier Beobachtungen nöthig ſind, und de Silvabelle ζ). Boscowich's Art, hierüber Berechnungen durch ſphäriſche Trigonometrie zu führen, zeiget de la Lande. Uebrigens würde es ſehr nützlich ſeyn, dieſe Methoden mehr auf Beobachtungen anzuwenden, um die Umſtände der Umdrehung, welche gemeiniglich nach Caſſini angegeben werden, mehr zu beſtätigen oder zu berichtigen. Einen wichtigen Aufſatz dieſer Art hat man von de la Lande η). Auch der P. Fixlmillner hat in einem Schreiben an Bernoulli manches hierher gehöriges Wiſſenswürdige angeführet ϑ).

Nimmt man wirklich an, daß die Sonnenflecken zugleich mit der Umwälzung der Sonne um ihre Axe mit herumgeführet werden, ſo muß nothwendig die Zeitdauer der Umwälzung der Sonne aus Beobachtungen der Flecken aus der Erde anders erſcheinen, als ſie für ſich Statt findet, da indeſſen die Erde ihren Ort ſelbſt verändert. Es ſey nämlich (fig. 77.) in c die Sonne und in t die Erde. Ein Sonnenfleck erſcheine zugleich mitten auf der Sonne in m, da a b der in t ſichtbare Durchmeſſer der Sonne ſeyn wird. Indem ſich die Sonnenkugel ein Mahl nach der Richtung a d m b um ihre Axe gedrehet hat, iſt inzwiſchen die Erde nach eben der Richtung von t bis v gerückt, und aus

α) Theoria motus ſolis circa propriam axem. Lipſ. 1726.
β) Mémoir. pour ſervir à l'hiſtoire et aux progrès de l'Aſtronomie, de la geographie et de la phyſique. Petersb. 1738. p. 138 f.
γ) Elements d'aſtronomie liv. II. ch. 1.
δ) Noua comment. Goetting. Tom. I. 1770. p. 110.
ε) Noua comment. Petrop. Tom. XII. p. 273.
ζ) Mémoir. preſentés à l'Acad. des ſcienc. Tom. IV.
η) Memoir. de l'Academie roy. des ſcienc. de Paris 1777. p. 457.
ϑ) In den Berliner Ephemeriden für 1780. Samml. 188.

aus dieſem Punkt betrachtet iſt nun n mitten in der Sonnenſcheibe, und de wird als ihr Durchmeſſer geſehen. Es muß ſich alſo die Sonnenkugel noch um m n weiter herumwälzen, ehe der Fleck m wieder in die Mitte kommt. Geſetzt alſo, die Umlaufszeit des Sonnenflecks m ſey = t, und die Zeit des Sonnenjahres = T; ſo wird ſich das Stück m n zu dem Theil t v, wie der ganze Umkreis m b e a m zu dem ganzen Umkreis, den die Erde in der Zeit T umläuft, verhalten. Da man hier die Bewegung der Erde als gleichförmig annehmen kann, ſo hat man $mn : tv = t : T$, oder wie $\frac{t}{T} : 1$; mithin wird in der Zeit t die Umwälzung des Fleckens m, $1 + \frac{t}{T}$ Mahl zurückgeleget werden; und es wird daher die Zeit der einfachen Umwälzung von m bis wieder zu m gleich t dividiret durch $1 + \frac{t}{T}$ oder $= \frac{tT}{t + T}$. Setzt man mit Caſſini t = 27 Tage 20 Minuten, ſo gibt dieß die Umdrehungszeit der Sonne = 25 Tage 14 Stunden 8 Minuten. Nach genauern Beſtimmungen geben de la Lande 25 Tage 10 Stunden, Fixlmillner 25 Tage 13 Stunden 27 bis 44 Minuten. Herr Schröter *) zeiget, daß ſich viele Schwierigkeiten finden, dieſe Zeitperiode in ſeinen kleinſten Zeitmomenten genau zu finden.

Die Beobachtungen lehren, daß die Sonnenflecken zwey Mahl im Jahre vollkommen gerade Linien, zu allen übrigen Zeiten aber mehr oder minder offene nord- oder ſüdwärts dem Mittelpunkte der Sonne liegende halbe Ellipſen beſchreiben. Die fig. 78. zeiget die ſcheinbaren Bahnen der Sonnenflecken in den vier vornehmſten Standpunkten ſo, daß c b die Ekliptik iſt, die Flecken aber bey a ein- und bey d austreten. Gegen den Anfang des Junius, wenn die Sonne im 10° ♊ ſteht, beſchreiben nämlich die Sonnenflecken gerade Linien, die von Norden nach Süden hinabgehen,

*) In Bode aſtronomiſch. Jahrbuche für 1792.

hen, und mit der Ekliptik $7\frac{1}{2}$° machen. In den nachfolgenden Monaten fangen ſie in elliptiſchen Bahnen ſich zu bewegen an, deren große Axe immer mehr der Ekliptik parallel wird, und deren Höhlung ſich aufwärts, oder gegen Norden kehret. Zu Anfange des Septembers, wenn die Sonne im 10° ♍ ſtehet, haben dieſe Ellipſen ihre größte Oeffnung; alsdann iſt ihre große Axe der Ekliptik parallel, und verhält ſich zur kleinen Axe wie 1000 zu 130. Von da nimmt die Krümmung der Bahnen wieder ab, und ihre große Axe wendet ſich aufwärts gegen die Ekliptik, ſo daß um den Anfang des Decembers im 10° ♐ die Flecken in geraden Linien von Süden nach Norden hinauf gehen, und mit der Ekliptik wieder Winkel von $7\frac{1}{2}$° machen. Hiernächſt fangen ſie wieder an aufwärts gebogene Ellipſen zu durchlaufen, welche gegen Anfang des März im 10° ♓ am weiteſten offen erſcheinen, wo die große Axe abermahls der Ekliptik parallel, und gegen die kleine im Verhältniſſe 1000 zu 130 iſt. Von da nehmen die elliptiſchen Bahnen wieder ab, die Richtung derſelben neiget ſich gegen die Ekliptik und erlangt gegen den Anfang des Juni aufs neue die zuerſt beſchriebene Beſchaffenheit.

Dieſen Beobachtungen zu Folge muß ſich die Sonne um ihre Axe ſo umdrehen, wie es die fig. 79 zeiget. Die Kugel a q b p ſtellt die Sonne und der perſpektiviſch gezeichnete Kreis, wo die Punkte 10° ♐, ♓, ♊, ♍ bezeichnet ſind, die Ekliptik oder Erdbahn vor. Die Sonne drehet ſich nach der Richtung a b um die Axe p q, ſo daß ſie gegen die Ekliptik unter einem Winkel von $7\frac{1}{2}$° geneigt iſt. Die Sonnenaxe neiget ſich gegen die Punkte 10° ♓ und 10° ♍ und beſtimmt auf der Sonnenfläche den Nordpol p und den Südpol q; der größte Kreis a b iſt der Aequator der Sonne, deſſen Ebene ſich mit der Ebene der Ekliptik unter einem Winkel von $7\frac{1}{2}$° ſchneidet, und die Durchſchnittslinie beyder Ebenen fällt in die gerade Linie, welche von 10° ♐ bis 10° ♊ geht, welche Punkte gleichſam die Knoten des Sonnenäquators vorſtellen. Bey dieſer Umdrehung bewegen

ſich alle Flecken in Kreiſen, welche mit dem Sonnenäquator parallel gehen.

Hieraus werden alle Erſcheinungen (fig. 48.) der von den Sonnenflecken durchlaufenen Bahnen ſehr leicht begreiflich. Wenn die Erde zu Anfange des Junius im 10° ♐ ſteht, und alſo die Sonne gegenüber in 10° ♊, ſo wird dieſe von dem Erdbeobachter gerade im Knoten des Sonnenäquators geſehen, folglich betrachtet er den Kreis ab in ſeiner Ebene ſelbſt, und erſcheint ihm ſo wie alle damit parallele Bahnen als geradlinigt. Dieſe ſcheinbaren geraden Linien gehen von a nach b, d. i. von oben herabwärts, und machen mit der Ekliptik Winkel von $7\frac{1}{2}°$ = ecb. Zu dieſer Zeit ſtehen die beyden Pole der Sonne p und q gerade am Rande der ſichtbaren Sonnenſcheibe. Nach einem viertel Jahre kommt die Erde im 10° ♓, und der Beobachter ſieht die Sonne geradeüber im 10° ♍. Hier wird er nun den Kreis ab aus einem Punkte ſehen, welcher nicht in deſſen Ebene liegt, folglich muß der Kreis wie eine Ellipſe erſcheinen, deren ſichtbare Hälfte oberwärts hohl iſt; die halbe große Axe dieſer Ellipſe iſt dem Halbmeſſer der Sonne, und die halbe kleine Axe der Linie bf gleich, daher ſich beyde Axen wie cb : bf, d. i. wie ſin. tot : ſin. $7\frac{1}{2}°$ oder faſt wie 1000 : 130 verhalten müſſen. In dieſer Stellung iſt dem Beobachter auf der Erde nur der Nordpol p ſichtbar, der Südpol q befindet ſich in der von der Erde abgewendeten Hälfte der Sonne.

Mit dieſen beyden Erſcheinungen haben die zu Anfange des Decembers und des März aus 10° ♊ und 10° ♍ völlig Aehnlichkeit, nur daß dieſe in Anſehung der Lage den erſtern entgegengeſetzet ſind, ſo daß die ſcheinbaren geradlinigten Bewegungen im Anfange des Decembers von b nach a oder von Süden nach Norden aufwärts gerichtet ſind, und die Ellipſen im März ihre hohle Seite unterwärts kehren. Auf dieſe Weiſe werden alle Phänomene in dem Gang der Sonnenflecken auch in den Zwiſchenzeiten ganz begreiflich. Dieſe der Natur der Sache ſo vollkommen angemeſſenen

Erklä-

Erklärungen laſſen von der wirklichen Umdrehung der Sonne um ihre Axe nicht den geringſten Zweifel übrig.

De la Lande beſtimmt in dem vorhin angeführten Aufſatze aus Vergleichung verſchiedener Beobachtungen die Neigung des Sonnenäquators gegen die Ekliptik auf 7° 20′, und ſetzt die Knoten deſſelben nicht in den 10ten Grad ſondern im 18° ♊ und 18° ♐.

Schon Kepler α) hat ſich noch vor der Entdeckung der Sonnenflecken eine Vorſtellung gemacht, wie die Sonne durch Umdrehung um ihre Axe die Planeten mit ſich führen könnte. Carteſius β) gebrauchet die Umwälzung der Sonne um ihre Axe, um die Bewegung ſeiner feinen Materie dadurch begreiflich zu machen, welche die Planeten mit ſich fort um die Sonne herum reiſſen. Für dieſe Hypotheſe iſt der Umſtand beſonders günſtig, daß beyde die Umwälzung der Sonne um die Axe und die Bewegung der Planeten um die Sonne nach einerley Richtung, nämlich nach der Ordnung der Zeichen, gehen. Allein ohne Carteſens und ähnliche Hypotheſen anzunehmen, welche mit den bekannten Geſetzen der Bewegung der Planeten gar nicht übereinſtimmen, bleibt doch allemahl der Sonnenäquator die einzige Ebene ihrer Art in unſerm Sonnenſyſteme, indem ihre Lage ganz allein von der Umdrehung der Sonne beſtimmt wird, von allen Beziehungen auf andere Körper frey, und der, ſo viel wir wiſſen, unveränderlich iſt, welches ſich weder von der Ekliptik noch von einer andern Ebene in dem Syſteme behaupten läßt. Daher hat der Sohn vom Domin. Caſſini den Rath gegeben γ), die Lage der Ebenen aller Planetenbahnen lieber auf den Sonnenäquator, als auf die Ekliptik zu beziehen, welche letztere doch ſelbſt nur eine Planetenbahn iſt. Da aber die Beſtimmung der Lage des Sonnenäquators ſehr feine und nicht

α) Aſtronomia noua tradita de comment. de motibus ſtellae Martis. Prag. 1609. fol. in introd.

β) Princip. philoſoph. P. III. prop. XXX. XXXI.

γ) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1734. p. 146.

nicht zu leichte und ſichere Beobachtungen erfordert, ſo möchte es doch nicht ſo zuverläſſig ſeyn, die Planetenbahnen auf die Ebene des Sonnenäquators zu beziehen, als auf die Ebene der Ekliptik, in welcher unſere Erde liegt.

Außer den Sonnenflecken hat auch ſchon **Scheiner** Stellen in der Sonnenſcheibe bemerket, welche einen weit hellern Glanz, als das übrige Sonnenlicht beſitzen, und die gewöhnlich **Sonnenfackeln** (faculae ſolares) genannt werden. Noch mehr redet **Hevel** α) von ihnen. **Huygens** β) hat keine wahrnehmen können. Doch erwähnet auch **Caſſini** Tüpfelchen, welche heller, als das übrige Sonnenlicht ausſehen. Auch hat Herr **Käſtner** γ) nebſt andern Stellen auf der Sonne bemerket, wo das Licht ihm weißer, aber nicht ſo lebhaft wie das andere ausſah, etwa wie Eſſigflecken auf einer polirten Metallſcheibe. Endlich aber hat es **Schröter** δ) mit Gewißheit beſtätiget, daß es auf der Sonnenſcheibe hellere Luftflecken gebe. Er beobachtet nie die Sonne durch ſeine Spiegelteleſcope ohne Lichtadern und Striemen, die heller als die übrigen ausſehen. Eine Gattung derſelben zeiget ſich zwiſchen und auf den dunkeln Flecken und ihren Nebeln, und iſt ſehr veränderlich; eine andere beſtehet aus Lichtflecken auf der reinen Sonnenſcheibe, welche nicht ſcharf begrenzt, von irregulärer Geſtalt, höchſtens 6 bis 8 Sekunden im Durchmeſſer ſind, gewöhnlich in Gruppen bey einander liegen, und wie Landſchaften voller Berge und Thäler, oder wie ein fleckenweiſe mit Wolken belegter Himmel erſcheinen.

Was eigentlich die Sonnenflecken ſeyn mögen, darüber hat man verſchiedene Meinungen gehabt. Viele hielten ſie gleich nach der Entdeckung für eigene um die Sonne laufende Körper, und **Johann Tarde** ε), und ein Niederländer ζ) gaben ſelbigen eigene Nahmen. Selbſt Otto von

α) Prolegom. ſelenograph. p. 87.
β) Coſmotheor. lib. II.
γ) Hamburg. Magazin, B. VII. Leipz. 1751. 8. S. 399.
δ) Bode aſtronomiſches Jahrbuch für 1792.
ε) Barbonia ſidera, falſo maculae ſolis nuncupata. Par. 1620. 4.
ζ) *Malapertii* ſidera Auſtriaca pariheliaca. Duaci 1607. 4.

von Guericke [α]) glaubet, daß ſie als wirkliche Planeten um die Sonne ſich bewegen. Der Umſtand, daß ſie etwas länger unſichtbar als ſichtbar ſind, welches ſich daraus erklären ließe, daß ſie wegen der Wendung und Verkürzung der Fläche am Rande der Sonnenkugel nicht geſehen werden könnten, hat Geo. Wolfg. Kraft [β]) veranlaſſet, ihre Entfernung von der Sonne beſtimmen zu wollen, aber dabey die eigene Bewegung der Erde nicht in Betrachtung gezogen. Es ſind aber bisher keine Beobachtungen bekannt, welche nöthigten, dergleichen Entfernungen anzunehmen; vielmehr ſagt de la Lande, die Beobachtungen ſeyen dagegen. Aus der Erſcheinung, daß die Sonnenflecken am Sonnenrande ſchmal, als äußerſt feine Striche erſcheinen, und gegen die Mitte ſich ausbreiten und runder werden, ſchließt de la Lande, daß ſie mit der Sonnenmaſſe als wirklich zuſammenhangend anzuſehen wären.

Galilei, welcher dem Syſteme der Unvergänglichkeit der Himmelskörper nicht geneigt war, meinte, die Sonnenflecken wären eine Art von Dampf und Wolken, oder auch der Schaum auf dem brauſenden Meere von ſeiner flüſſigen Sommermaterie. Eben dieſer Meinung iſt auch Hevel zugethan. Wolff, welcher überhaupt alle Himmelskörper nach Erſcheinungen auf unſerer Erde beurtheilet, hält die Sonnenflecken ganz entſcheidend für Wolken oder Sammlungen der aus der Sonne aufgeſtiegenen Dünſte [γ]). Allein Herr Käſtner fragt mit Recht, würden ſolche Sammlungen von lockern Dünſten ſo hindern, daß, wo ſich ein Flecken zeiget, alles ganz ſchwarz ausſiehet? Noch eher ließe ſich der Nebel um den Flecken mit Wolken vergleichen, aber dann könnte man ſich vorſtellen, er würde durch aufgelöſte und zerſtreuete Theile der dichtern Materie des Fleckens dargeſtellt. Ueberdem würde die Heftigkeit der Hitze, welche man ſich gewöhnlich ſo nahe bey der

 Sonne

α) Experimenta noua de ſpatio vacuo. Lib. I. cap. 13. p. 21.

β) Commentat. Academ. Petropol. Tom. VII. ingl. in diſſert. I. de atmoſphaera ſolis. Tubing. 1746. diſſ. II. 1747. 4.

γ) Elementa aſtronomiae. §. 416 ſq.

Sonne vorſtellet, den Wolken, wie die unſrigen ſind, keine lange Dauer verſtatten. Endlich könnte auch die Bewegung, welche man bey den Sonnenflecken beobachtet, nicht ſo regelmäßig erfolgen.

Diejenigen, welche die Sonne für ein wallendes Feuermeer hielten, wie Scheiner, Kircher u. a. nahmen die Sonnenflecken als Dampfwolken, und die Sonnenfackeln als Oeffnungen der heftiger brennenden Feuerſchlünde an. Sie beſchrieben dieß ſo lebhaft, als ob ſie es ſelbſt geſehen hätten.

Dagegen glauben einige andere, daß es werdende Körper ſind, wie z. B. Wiedeburg [α]), welche ſich in die Sonne ſtürzen, und nachher zu neuen Planeten und Monden ſich bildeten. Dieſe ſchon von den Alten vorgetragene Zeugungstheorie der Weltkörper hat aber ſchon Lambert in ſeinen kosmologiſchen Briefen mit guten Gründen beſtritten.

Da man in der Folge immer mehr überzeuget wurde, daß die Flecken keine von der Sonne entfernte Körper ſeyn konnten, ſondern vielmehr auf ſelbiger lägen, ſo änderten ſich auch die Meinungen über die Natur derſelben. De la Hire [β]) ſtellt ſie ſich als Hervorragungen einer feſten unordentlich gebildeten Maſſe vor, welche in der leuchtenden flüſſigen Materie der Sonne ſchwimme, und ſich in dieſelbe manchmahl eintauche. Vermöge der Beobachtungen müßte ſich aber dieſe Maſſe in mehrere Theile zertheilen, oft ganz zergehen, und ſich in wenigern Stücken vereinigen. Außerdem müßten ſolche frey ſchwimmende Maſſen oft ihre Stellen gegen einander ändern, welches jedoch nicht wahrgenommen wird. Hauſen muthmaßet, es könnten Stücken aus dem Innern der Sonne, das nicht glühe, auf die Oberfläche derſelben geworfen ſeyn, durch Gewalt, wie etwa bey uns feuerſpeyende Berge darſtellen. Allein auch dieſe Meinung, die ſich darauf gründet, daß die Sonne ein wirklich brennender Körper ſey, hat nichts für ſich.

De la Lande bemerket, wenn es frey bewegliche Körper wären, ſo möchte wohl ihre Bewegung nicht ſo regelmäßig,

[α]) Neue Muthmaßungen über die Sonnenflecken ꝛc. Gotha 1776. 4.
[β]) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1700. 1702.

mäßig ſeyn, daß man aus ihr die Umwälzung der Sonne um ihre Axe ableiten könne; auch würde ſie der Schwung, den dieſe Umwälzung verurſachet, anders treiben; er hält ſie vielmehr für Körper, die mit der Sonne wirklich verbunden ſind. Auch de la Hire glaubte dieß als möglich, und beſtimmte ſeine vorhin angeführte Meinung dahin, daß die dunkeln Maſſen Erhöhungen der Sonnenmaſſe ſeyn könnten, welche wie Klippen aus der leuchtenden Sonnenmaterie hervorragten, ſo wie die Nebel flache Stellen, welche von der leuchtenden Materie nur wenig bedeckt wären, und um die Klippen gleichſam Sandbänke bildeten. Dieſer Meinung gibt de la Lande vielen Beyfall. Auch weichet Hrn. Bode's Hypotheſe wenig davon ab *). Dieſer hält nämlich die Sonne für einen dunkeln Körper, wie unſere Erde, der aus Waſſer beſtehet, Berge und Thäler beſitzet, und in einer Atmoſphäre eingehüllt iſt. Um dieſen Körper befindet ſich aber die Lichtmaterie im verdichteten Zuſtande, die um ſelbigen, wie die Luft um unſere Erde, ſtrömet. Dieſe Lichtmaterie zieht ſich zuweilen zurück, und verſtattet uns die ſo entblößten dunkeln Theile ihrer Oberfläche zu beobachten. Sind dieſe entblößten Theile der Sonne ſo beſchaffen, daß ſie nur wenig Licht zurückwerfen, wie z. B. ein Meer, ein ſchattigtes Thal, eine Vertiefung, ſo erblicken wir einen mehr oder weniger dunkeln Flecken; ſind es ſolche, die mehr Licht zurückſenden, z. B. ſandigtes Erdreich, ſo ſehen wir einen weißlichen Fleck oder eine Sonnenfackel. Die Nebel ſind entweder wirklich hellere Theile auf der Sonnenfläche, welche den dunkeln Flecken der Mitte, der vielleicht eine Grube iſt, umſchließen, oder ſie entſtehen daher, daß der Lichtüberzug um die Ränder der Oeffnung ſehr dünn iſt, und die dunkle Fläche durchſchimmern läßt. Dieſe Hypotheſe ſcheint wohl in aller Rückſicht die meiſte Wahrſcheinlichkeit zu haben, nur muß man ſich die Berge, Meere u. ſ. f. von der Beſchaffenheit, wie die auf unſerer Erde gedenken.

*) Beſchäftigung. der Berliner Geſellſch. naturforſchender Freunde, B. II. Berlin 1765. 8. S. 225 f.

Alexander Wilſon [α]) hält die Sonnenflecken für koniſche Gruben in der Sonnenfläche, und die Nebel für den Abhang um den obern Theil der Grube. Seinen Beobachtungen gemäß zeigen die Flecken, wenn ſie mehr an den Sonnenrand kommen, an der äußerſten Seite eine Dunkelheit, die allmählig in Licht übergeht, an der innern aber iſt das Dunkele vom Hellen durch eine ſcharfe Linie begrenzt. Vollkommen ſo müſſen dunkele Vertiefungen auf einer hellen Kugel erſcheinen. Er ſieht alſo die Sonne als einen dunkeln Körper mit einem leuchtenden Ueberzuge an; die Oberfläche des Körpers beſitze eine Unebenheit, der leuchtende Ueberzug trenne ſich bisweilen, und laſſe ſolche Tiefen leer, fließe aber endlich wieder darüber. Auch verſichert Bratzenſtein [β]), dieſes grubenähnliche Anſehen der Flecken ſchon ſeit 1769 wahrgenommen zu haben.

Nach Herrn Schröters [γ]) Beobachtungen beſitzet die Sonne eine ihr eigenthümliche Atmoſphäre, welche einer auf das Klima ſich beziehenden Verdickung und Erheiterung fähig iſt. Einige dunkele Flecken rühren von der Atmoſphäre her, andere aber können wirkliche Theile der Sonne ſeyn. Einige von den Sonnenſtreifen oder Sonnenfackeln ſieht er als Projektionen von Anhöhen und Abhängen an, andere hingegen betrachtet er als hebende Theile der Atmoſphäre. Sonſt gibt er der Meinung Beyfall, daß die Sonne planetenartig ſey, und bloß eine Lichtatmoſphäre um ſich habe, von welcher ſie ihren Glanz beſitze. Nahe an der Sonne iſt die Lichtatmoſphäre am dichteſten, durchdringt aber mit ihren feinſten Theilchen einen beträchtlichen Theil des Sonnengebietes, und wird uns im Zodiakallicht ſichtbar. Zunächſt der Sonnenfläche vermiſcht ſie ſich mit der Atmoſphäre der Sonne, daher die verſchiedenen Erſcheinungen der Sonnenflecken entſtehen. Die Lichtſphäre iſt an ſich ſelbſt unſichtbar, ihre Strahlen aber fallen theils durch die körperlichen Theile

der

α) On the ſolar ſpots in Philoſoph. Transact. Vol. LXIV. P. I. p. 1.
β) Acta litter. vniuerſ. Hafnienſ. 1778. n. V.
γ) Bode aſtronom. Jahrbuch für 1792.

der eigentlichen Atmoſphäre und der Sonne ſelbſt in unſere Augen, und verurſachen, daß wir ſo wohl die Sonne ſelbſt, als auch ihre Atmoſphäre verſchiedentlich leuchten ſehen, nachdem ſie nämlich vermöge ihrer verſchiedenen Beſtandtheile das Licht lebhafter oder ſchwächer reflektiren. Aehnliche Gedanken hat auch der Rector Fiſcher in Halberſtadt ſo wohl von der Sonnenatmoſphäre, als auch von den Flecken geäußert.

Vor ein Paar Jahren hat Herr Schröter einen merkwürdigen Sonnenflecken beobachtet, und dabey fernere Muthmaßungen über den Naturbau der Sonne mitgetheilet *). Am 20ten Nov. 1795 gegen Mittag fiel ihm nämlich ſüdöſtlich nahe am Sonnenrande mit größter Deutlichkeit ein erhabenes Ringgebirge mit einem davon eingeſchloſſenen wirklich eingetieſten Thale ins Geſicht, gerade ſo, wie er ſie um eben die Zeit am Monde, nahe an der Erleuchtungsgrenze erblickte. Der erhabene und dem Mittelpunkte der Sonne zugekehrte Theil hatte in ſeiner offenbar erhobenen Projektion etwas helleres, und die davon eingeſchloſſene Fläche, welche ſich als vertieft darſtellte, ein etwas matteres Licht, als die übrige Sonnenfläche, auch in der Mitte einen ſchwarzen Fleck ohne alle Erhabenheit und Vertiefung. Der größte Durchmeſſer mit Einſchließung des Ringgebirges betrug 36 Sekunden. Da dieß Ringgebirge, es mochte entweder ein wahres Gebirge der Oberfläche, oder ein ſcheinbares atmoſphäriſches Lichtgebirge ſeyn, unter allen Hrn. Schröter bekannten Beobachtungen die höchſte und deutlichſte Projektion gab, ſo ſuchte er auf folgende Art die ſenkrechte Höhe deſſelben zu beſtimmen. Stellt man ſich nämlich ein Ringgebirge des Mondes vor, welches völlig eben ſo in der Sonne erſcheinen ſoll, ſo müſſen die Abmeſſungen deſſelben, z. B. Breite und Höhe, ſo viel Mahl größer ſeyn, als die Sonne entfernter und ihr wahrer Durchmeſſer größer iſt. Nun bringt

*) Beobachtung eines merkwürdigen Sonnenfleckens nebſt Bemerkung über den Naturbau der Sonne aus einer Abhandlung des Herrn Schröters in Voigts Magazin für den neueſten Zuſtand der Naturkunde, B. I. St. 2. S. 114.

bringt er gemeſſene Höhen und Tiefen von Ringgebirgen im Monde bey, und da dieſe bey größtentheils gleicher Projektion doch beträchtlich unterſchieden ausfallen, ſo nimmt er ein Mittel aus 10 Höhen und 19 Tiefen. Setzt man nun die geographiſche Meile = 3811,6 Toiſen, den wahren Durchmeſſer des Mondes = 465, und den der Sonne = 194490 geographiſche Meilen, ſo findet ſich, der Vorausſetzung gemäß, vom Ringgebirge der Sonne die ſenkrechte Höhe = 86,7 geographiſche Meilen, die ſenkrechte Tiefe der eingeſchloſſenen hohlen Fläche = 216,9; alles freylich nicht mit ſonderlicher Gewißheit, wo Herr **Schröter** ſelbſt die Unſicherheit aus einander ſetzet. Uebrigens läßt ſich nicht entſcheiden, ob das Ringgebirge nur eine Anhäufung von atmoſphäriſchem Lichtſtoffe, oder feſter Theil des durch verdünnte Atmoſphäre geſehenen Sonnenkörpers iſt. Je länger Herr **Schröter** die Sonne beobachtet, deſto bedenklicher wird er in Beurtheilungen, iſt aber doch wegen der Regularität und durchgehends richtiger Verhältniſſe mehr geneigt, das Ringgebirge für etwas feſtes anzunehmen, obgleich die Abmeſſungen deſſelben für unſere geologiſchen Begriffe ſehr groß ſind, indeſſen für die Sonne immer noch kleiner, als die Abmeſſungen der Mondsberge, da 86 geographiſche Meilen nur $\frac{1}{2226}$ des Sonnendurchmeſſers betragen. Setzt man den Durchmeſſer der feinen Lichtpunkte am Saturnusringe, wenn ſeine Ebene in der Ebene der Ekliptik liegt, nach **Schröters** Beobachtungen nur $\frac{1}{3}$ Sekunde, den ſcheinbaren Durchmeſſer des Ringes in der Erdnähe 50 Sekunden, den wahren 40518 geographiſche Meilen, ſo gibt dieſes Ungleichheiten, welche von der Ebene um 270 geographiſche Meilen abweichen. Dieß alles beſtätiget die Hypotheſe, die Sonne ſey ein feſter mit Lichtſtoffe umgebener Körper.

M. ſ. **de la Lande** aſtronomiſches Handbuch a. d. Franz. Leipzig 1775 8. § 932 f. **Bode** kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde Th. I. § 393 f. **Käſtner** Anfangsgründe der Aſtronomie. Götting 1792. 8. §. 160 f. *Wolfii* elementa aſtronomiae. Pars II. cap. I.

Sonnenjahr (annus ſolaris, année ſolaire) heißt diejenige Zeit, während welcher die Sonne vermöge ihrer eigenen Bewegung ein Mahl um den Himmel läuft, oder durch alle 12 Zeichen am Himmel geht. Weil aber die Bewegung der Sonne nur ſcheinbar iſt, ſo muß man eigentlich unter einem Sonnenjahre diejenige Zeit verſtehen, in welcher die Erde ein Mahl um die Sonne läuft. Wegen der Vorrückung der Nachtgleichen, und wegen der von Zeit zu Zeit veränderten Läge der Apſidenlinie hat man drey Sonnenjahre zu merken. Diejenige Zeit nämlich, welche die Sonne in ihrer ſcheinbaren Bahn vom Frühlingspunkte angerechnet bis wieder zu demſelben zurückzukommen brauchet, heißt das **tropiſche Jahr**; die Zeit des Umlaufs der Sonne aber von einem Fixſtern angerechnet, bis ſie das nächſtfolgende Mahl zu dem nämlichen Fixſtern kommt, das **ſideriſche Jahr** oder das **Sternjahr**, und endlich die Zeit des Umlaufs der Sonne von der Erdferne angerechnet, bis ſie wieder an dieſen Ort anlangt, das **anomaliſtiſche Jahr**.

Weil im gemeinen bürgerlichen Leben die Eintheilung der Zeit und die Abwechſelungen der Tageslängen und der Jahreszeiten durch den Stand der Sonne gegen die Nachtgleichungspunkte am bequemſten beſtimmt werden, ſo hat man auch hierzu am ſchicklichſten das tropiſche Sonnenjahr gewählet, welches nach den genaueſten Beobachtungen 365 Tage 5 Stunden 48 Minuten 48,016 Sek. lang iſt. Wie nun hiernach die Eintheilungen im gemeinen bürgerlichen Leben ſind beſtimmt worden, davon geben die Artikel, **Jahr**, und **Kalender** Unterricht

Da nun jährlich die Länge der Sterne um 50,3″ und die Länge der Erdferne um 1′ 5½″ größer wird, ſo iſt das ſideriſche Jahr um 20′ 26″, und das anomaliſtiſche Jahr um 26′ 35″ länger als das tropiſche. Mithin beträgt das ſideriſche 365 Tage 6 Stunden 9 Minuten 14,016 Sekunden, und das anomaliſtiſche 365 Tage 6 Stunden 15 Min. 23,016 Sek.

Sonnenmikroſkop (microſcopium ſolare, microſcope ſolaire). Unter dieſem Ausdrucke verſteht man ein

optiſches Werkzeug, wodurch große Bilder ſehr kleiner von der Sonne ſtark erleuchteter Objekte auf einer Ebene in einem dunkeln Zimmer dargeſtellet werden können.

Wenn von einem ſehr kleinen Objekte (fig. 80.) l k, welches von einer erhabenen Glaslinſe h i etwas weiter, als deſſen Brennweite c f beträgt, entfernet iſt, ſo wird dadurch hinter der Linſe h i ein ſtark vergrößertes umgekehrtes Bild a b zuwege gebracht (m. ſ. Linſengläſer), welches deſto größer ausfallen wird, je größer c m in Vergleichung mit c n iſt. Es kann aber dieſes Bild kein größeres Licht haben, als von dem Objekte l k auf die Linſe h i fällt, welches noch dazu in der Linſe ſelbſt etwas geſchwächt wird. Da ſich aber dieſes Licht bey ſehr ſtarken Vergrößerungen in einen großen Raum a b verbreitet, ſo wird dadurch das Bild a b ſehr ſchwach erleuchtet werden, und alſo dunkel und undeutlich ausfallen. Um nun dieſem Bilde mehr Licht zuzuſenden, und es ſtark zu erleuchten, macht man die Einrichtung ſo, daß ein ebener Spiegel f g Sonnenlicht auffängt, welches gegen das erhabene Glas d e geſendet wird, und von da auf den Gegenſtand l k fällt. Wenn nun dieſer Gegenſtand l k viel Licht durchſendet, ſo muß auch nothwendig ſein Bild a b dadurch ſtark erleuchtet werden. Noch kenntlicher und deutlicher wird das Bild ausfallen, wenn es in einem dunkeln Zimmer aufgefangen wird.

Die Verbindung des kleinen Objektes l k mit der Linſe iſt hier gerade ſo, wie bey dem Wilſoniſchen Mikroſkope. M. ſ. **Mikroſkop.** Es beſtehet alſo das gewöhnliche Sonnenmikroſkop zu durchſichtigen Objekten aus einer Röhre, einem Planſpiegel, einem Erleuchtungsglaſe und einem Wilſoniſchen Mikroſkope. Die Röhre iſt etwa 2 Zoll weit, und in einer runden Büchſe von Holz befeſtiget, welche in einer viereckten Tafel nach Belieben gedrehet werden kann. Die Tafel wird alsdann mit der Büchſe und Röhre im Loche eines Fenſterladens ſo befeſtiget, daß ſonſt kein Licht, ohne durch die Röhre, ins Zimmer kommen kann. Um aber das Licht in horizontaler Richtung durch die Röhre ins Zimmer

zu leiten, wird von der Außenſeite der um ihre Axe beweglichen Büchſe der ebene Spiegel fg vermittelſt eines Gewindes befeſtiget, welcher durch Hülfe eines aus Gelenken zuſammengeſetzten durch die Tafel gehenden Stabes, oder ſtatt deſſen durch Hülfe einer Schnur, unter jedem nöthigen Winkel gegen die Tafel geneigt werden kann. Dieſe Bewegung mit der andern verbunden, welche bey Umdrehung der Büchſe zuwege gebracht wird, dienet den Spiegel jedes Mahl in die nöthige Lage zu bringen, und das von ihm zurückgeworfene Licht durch die Röhre ins Zimmer zu leiten. Damit aber die Erleuchtung des Bildes nicht zu ſchwach ausfalle, wird an dem Ende der Röhre, wo von außen das Licht hinein fallen ſoll, das Erleuchtungsglas ed eingeſetzt; an dem andern Ende der Röhre aber ins Zimmer hinein wird ein Wilſoniſches Taſchenmikroſkop angeſchraubet, welches das zu betrachtende Objekt in einem Schieber feſthält. Auf ſolche Art wird von dem Gegenſtande ein deutliches und ſchönes Bild auf einem dagegen geſtellten Schirme von weißem Papiere ungemein vergrößert dargeſtellt.

Herr **Kästner** α) führet an, er habe die erſte Nachricht von Sonnenmikroſkopen bey **Sam. Reyher**, Prof. in Kiel, gefunden β), und nach Anführung des Baron **von Gleichen**, genannt **Rußworm** γ) ſoll **Balthaſoris** zu Erlangen im Jahre 1710 ein Sonnenmikroſkop verfertiget haben. In derjenigen Geſtalt aber, in welcher die Einrichtung des Sonnenmikroſkops angeführet iſt wurde es erſt im Jahre 1738 oder 1739 von D. **Lieberkühn** erfunden. Verſchiedene meinen, **Kirchers** ſo genannte Zauberlaterne habe **Lieberkühn** zur Erfindung des Sonnenmikroſkops Veranlaſſung gegeben. Er zeigte dieſe ſeine Erfindung bey ſeinem Aufenthalte in England im Winter 1739 verſchiedenen Gelehrten und Künſtlern, beſonders dem Künſtler Herrn **Cuff**, welcher nachher dergleichen Werkzeuge

α) Anfangsgründe der Dioptrik, 4te Aufl. 1792. §. 108.
β) Matheſis moſaica. Kil. 1679. p. 171. n. 23.
γ) Abhandlung von Sonnenmikroſcopen. Nürnb. 1781. 4.

zeuge in großer Vollkommenheit und zahlreich verfertigte. Die erſte Nachricht davon gibt Baker α), der durch ein ſolches Inſtrument die Adern in dem Gekröſe eines Froſches bis auf 2 Zoll im Durchmeſſer vergrößert und die darin fortrollenden Blutkügelchen ſo groß als Pfefferkörner geſehen hatte.

Der Gebrauch des Sonnenmikroſkops wird dadurch ungemein erſchwert, daß der Spiegel fg von Zeit zu Zeit nach dem Laufe der Sonne eine veränderte Stellung erhalte. Die hierzu nöthige Bewegung des Spiegels wird gewöhnlich durch zwey Schrauben bewerkſtelliget, wovon die eine denſelben horizontal, die andere aber vertikal umwendet. Da aber dieſe Schrauben im dunkeln Zimmer gedrehet werden müſſen, wo man Spiegel und Sonne nicht ſehen kann, ſo fällt es ſchwer, und erfordert eine Uebung, dem Spiegel die gehörige Stellung zu geben. s'Graveſande hat eine eigene Vorrichtung unter dem Nahmen heliostata angegeben, welche mittelſt eines Uhrwerkes den Spiegel ſo drehet, daß er beſtändig Sonnenſtrahlen auffangen, und ſie horizontal ins Zimmer ſenden kann. Dieſen Helioſtat beſchreibet Martin β); die Stellung deſſelben ſcheinet aber doch mühſam, und der dazu gehörige Apparat zum gemeinen Gebrauche zu koſtbar zu ſeyn. Wiedeburg γ) gab daher eine andere Vorrichtung zur Stellung des Spiegels an; es wird nämlich der Spiegel vermittelſt eines Räderwerks zwiſchen zwey Platten bewegет, wobey die Bewegung zwar wegen der dabey angebrachten Schrauben langſam von Statten gehet, jedoch aber mit der Fortrückung der Sonne ſehr leicht und behend erfolget.

Uebrigens iſt der Gebrauch des Sonnenmikroſkops überaus nützlich. Man iſt durch dieſes Inſtrument die Vergleichung des abgebildeten Gegenſtandes ſo hoch zu treiben im Stande,

α) Philoſoph. transact. Vol. XLI. Nro 458. ſept. 1740 p. 508.

β) Philoſophia Brittanni. Deutſche Ueberſetzung. Leipz 1772. 8. B. III. S. 106 u. f.

γ) Beſchreibung eines verbeſſerten Sonnenmikroſcops. Nürnberg 1758. 4. neue Aufl. 1775. 4.

Stande, daß ſich derjenige gar keinen rechten Begriff davon machen kann, der das Schauſpiel nicht ſelbſt geſehen hat. Ein ſehr kleines Objekt, z. B. ein Gelenke von einem Fliegenbeine, Schmetterlingsſtaub, Käſemilben u. ſ. f. kann dadurch ſo ſehr vergrößert werden, daß das Bild eine Höhe an der Wand von 9 und mehreren Ellen einnehmen kann. Hierbey hat man noch den Vortheil, daß dieſes ungeheure Bild in einer bequemen Entfernung von mehreren Perſonen zugleich betrachtet werden kann, da bey den gewöhnlichen Mikroſkopen das Auge immer eine unbequeme Stellung durchs Nahebringen an das Okular annehmen muß. Ueberdem kann aber auch kein beſſeres Werkzeug bey mäßiger Vergrößerung zum Abzeichnen der Gegenſtände gedacht werden, als wirklich das Sonnenmikroſkop iſt. Noch bequemer wird es zur letzten Abſicht, wenn es mit einer tragbaren Camera obſcura verbunden wird. Wenn nur alsdann das Auge und das Bild, welches auf einem matt geſchliffenen Glaſe oder auf einem Papiere aufgefangen wird, völlig im Dunkeln ſtehen, ſo wird die Abbildung der Gegenſtände dadurch ungemein deutlich. Beſchreibungen hiervon findet man bey **Ledermüller** α) und **Brander** β).

Bey der gewöhnlichen Einrichtung des Sonnenmikroſkops, wobey das Sonnenlicht auf die Rückſeite des abzubildenden Gegenſtandes fällt, findet eine doppelte Unbequemlichkeit Statt; die eine iſt nämlich dieſe, daß man bloß durchſichtige Objekte brauchen kann, und die zweyte, daß nicht allein die Oberfläche derſelben, ſondern zugleich alles, was im Innern enthalten iſt, mit dargeſtellet wird, welches man beſonders bey Abbildungen der Gegenſtände nicht verlangt. Dieſerwegen hat man auch auf Einrichtungen gedacht, die Objekte von der Vorderſeite her zu erleuchten, und mithin Sonnen-

nen-

α) Nachleſe ſeiner Gemüths- und Augenergötzung. Nürnb. 1762. 4. S. 41 u. f. Tab. XXI. XXII.

β) Kurze Beſchreibung einer genauen Camerae obſcurae und eines Sonnenmikroſcops. Augsb. 1769. 8.

nenmikroſkope für undurchſichtige Gegenſtände zu verfertigen. Eine ſolche Einrichtung gab ſchon Lieberkühn ſeinem Sonnenmikroſkope, und Aepinus [α]) erzählt, daß er eine Probe davon mit großem Vergnügen beym Lieberkühn ſelbſt geſehen habe. Der Erfinder ward aber durch den Tod verhindert, ſeine Anordnung bekannt zu machen, und Aepinus konnte ſich derſelben nicht mehr erinnern, als er die Nachricht davon bekannt machte, und ward dadurch bewogen, ſelbſt der Sache nachzudenken. Er that den Vorſchlag, dem gewöhnlichen Sonnenmikroſkope noch zwey Bleche (fig. 81.) ab und cb beyzufügen, die bey b durch ein Gewinde verbunden ſind, und durch die Schraube n und durch die Feder m in dem nöthigen Abſtande von einander gehalten werden. Durch das Erleuchtungsglas werden die Strahlen de und fg gegen den an der innern Platte cb befeſtigten Spiegel eg hingelenkt, von welchem ſie auf den Gegenſtand lk reflektiret werden, und deſſen Vorderſeite erleuchten. Von dieſem Objekte endlich fallen ſie auf die Linſe hi, die in der Platte cb ſtehet, gehen durch ein Loch in der Vorderplatte ab, und entwerfen auf der Fläche das verlangte Bild.

Euler [β]) hatte ſchon vorher eine Art angegeben, verſchiedenen Unbequemlichkeiten bey dem Gebrauche des Sonnenmikroſkops mittelſt eines durchlöcherten Hohlſpiegels abzuhelfen. M. ſ. **Zauberlaterne**. Auch Zeiher [γ]) hat zweyerley Einrichtungen in dem Zubehöre des Sonnenmikroſkops angegeben, in ſo fern man undurchſichtige Objekte dadurch betrachten will, eine für größere, die andere für kleinere Gegenſtände.

Martini [δ]) machte endlich ein ſehr vollkommenes Werkzeug dieſer Art bekannt, welches von dem jüngern Adams [ε]) beſchrie-

α) Emend. microſcopii ſolaris in Nov. comment. Petropol. Tom. IX. p. 316.

β) Emendatio laternae magicae ac microſcopii ſolaris, in nov. commentat. Petropol. Tom III. p. 362.

γ) Deſcriptio duplicis microſcopii ſolaris apparatus obiectis opacis adaptati, in nov. commentat. Petrop. Tom. X. p. 299.

δ) Deſcription and uſe of an opake ſolar microſcope. Lond. 1774. 8.

ε) Eſſay on the microſcope. Lond. 1787. 4. p. 92 ſq. Plate V.

beſchrieben und abgebildet worden iſt. Der Gegenſtand befindet ſich hierbey in einem eigenen Gehäuſe, worin ein Planſpiegel das durchs Erleuchtungsglas zuſammengebrachte Licht auf die Vorderſeite deſſelben reflektiret.

M. ſ. Smith's Lehrbegriff der Optik, durch Kästner S. 346. Prieſtley Geſchichte der Optik S. 527 u. ſ. *Adam's eſſay on the microſcope.* Lond. 1787. 4. p. 92 ſeq.

Sonnenmonat ſ. Monat.

Sonnennähe (perihelium, perihélie) heißt diejenige Stelle einer Planeten- oder Kometenbahn, in welcher der Planet oder Komet der Sonne am nächſten iſt. Die große Axe einer jeden Planeten- oder Kometenbahn geht nach Keplers Entdeckung durch die beyden Brennpunkte dieſer elliptiſchen Bahn, in deren einem die Sonne ſich befindet, mithin trifft dieſe die beyden merkwürdigen Punkte in ſelbiger, nämlich die Sonnenferne und die Sonnennähe. Es liegt daher die Sonnennähe der Sonnenferne gerade gegenüber.

Weil von der Sonnenferne an die Anomalien gerechnet werden, ſo müſſen dieſe in der Sonnennähe gerade 180 Grade oder 6 Zeichen machen. M. ſ. Anomalie. Und da ferner vermöge der Kepleriſchen Regeln beyde Hälften der Bahnen in gleichen Zeiten beſchrieben werden, ſo muß auch in der Sonnennähe die mittlere Anomalie mit der wahren einerley ſeyn; alſo verſchwindet hier der Unterſchied beyder Anomalien oder die Gleichung der Bahn.

Nach den Kepleriſchen Regeln müſſen aber auch die Planeten in gleichen Zeiten gleich große Sektoren ihrer Bahnen, welche die Radiivektoren von der Sonne aus beſchreiben, zurücklegen, mithin muß ihre Geſchwindigkeit deſto größer ſeyn, je näher ſie der Sonne ſind; folglich iſt ihre Geſchwindigkeit in der Sonnenfläche am größten, oder ihr Lauf daſelbſt am ſchnellſten.

Unſere Erde kommt im December in die Sonnennähe, wenn die Sonne im 9ten Grade des Steinbocks geſehen wird. Es muß daher zu dieſer Zeit die Sonne am ſchnellſten fortzurucken ſcheinen, und zugleich ihr ſcheinbarer Durchmeſſer

am größten ſeyn. Was die Sonnennähen der übrigen Planeten betrifft, ſo ſtehen dieſe allemahl den Sonnenfernen gerade gegenüber, und verändern ſich daher eben ſo wie dieſe. M. ſ. **Sonnenferne.**

Die Kometen ſind für uns nur ſichtbar, wenn ſie ſich in der Nachbarſchaft der Sonnennähe befinden; in den Sonnenfernen können wir ſie wegen der ſehr großen Entfernung von der Sonne und der Erde nicht ſehen. Daher rechnet man bey der Beſtimmung ihres Laufs die Anomalien von der Sonnennähe aus, und der Ort der Sonnennähe von der Sonne aus geſehen nebſt der Zeit des Durganges durch dieſelbe und ihre Entfernung von der Sonne gehören zu den vornehmſten Elementen der Kometenbahnen. M. ſ. **Elemente der Bahn.**

Sonnenrauch ſ. **Nebel.**

Sonnenſyſtem (ſyſtema ſolare, ſyſteme ſolaire) heißt überhaupt eine jede Verbindung einer Sonne mit den ſie umlaufenden Himmelskörpern. So beſtehet nach der Kopernikaniſchen Vorſtellung unſer Sonnenſyſtem aus der Sonne verbunden mit den übrigen Planeten und ihren Monden nebſt den Kometen, welche alle um die Sonne, als den Hauptkörper im Syſteme, herumlaufen. M. ſ. **Sonne, Planeten, Nebenplaneten, Kometen, Weltſyſtem.** Die neuere Aſtronomie hat uns aber noch weit erhabenere Begriffe von der Schöpfung des Univerſums verſchafft, als ſelbſt die Alten zu faſſen vermochten; ſie macht es uns ſehr wahrſcheinlich, daß ein jeder Fixſtern eine Sonne ſey, um welchen ſich mehrere dunkele Körper herum bewegen, und folglich jeder Fixſtern nebſt ſeinen mit ihm verbundenen Körpern ein Sonnenſyſtem ausmache. Dem zu Folge beſteht das ganze Univerſum aus einer unendlichen Menge von Sonnenſyſtemen. M. ſ. **Fixſterne, Weltgebäude.**

Sonnentag ſ. **Sonnenzeit.**

Sonnenwenden, Sonnenſtände, Sonnenſtillſtandspunkte, Solſtitialpunkte (puncta ſolſtitiorum, points ſolſtitiaux) heißen die beyden Punkte der Ekliptik,

welche von dem Aequator am weiteſten entfernet ſind. Aus der Sphärik erhellet, daß diejenigen Punkte, in welchen zwey größte Kreiſe am weiteſten von einander entfernet ſind, von den Durchſchnittspunkten beyder Kreiſe um 90° abſtehen, und daß ſie einander diametral entgegengeſetzet ſind. Es ſtehen daher auch die Solſtitialpunkte von den Nachtgleichungspunkten um 90° oder um 3 Zeichen ab, und ihre Entfernung ſelbſt von einander beträgt 180°.

Wenn die Sonne in ihrer ſcheinbaren Bewegung um den Himmel in einen dieſer Punkte kommt, wo ſie alſo entweder am höchſten über oder am tiefſten unter dem Aequator in der Ekliptik ſteht, ſo iſt ſie dem Nord- oder Südpole am nächſten, und verurſachet dadurch, daß die Nord- oder Südländer ihren längſten Tag und ihre kürzeſte Nacht haben. Von dieſem Punkte an ſcheinet ſie zum Aequator wieder zurück zu kehren, und eben von dieſer Anwendung des ſcheinbaren Sonnenlaufs iſt der Nahme **Sonnenwenden** entſtanden. Die Theile der Sonnenbahn nahe an den Solſtitialpunkten ſind beynahe einander parallel; daher ſcheinet daſelbſt die Sonne ihre Entfernung von dem Aequator nicht merklich zu ändern, und gleichſam einige Tage ſtill zu ſtehen, woher der Nahme **Sonnenſtände** oder **Sonnenſtillſtandspunkte** entſtanden iſt. Auch nennt man diejenigen Kreiſe durch die Solſtitialpunkte, welche mit dem Aequator parallel laufen, **Wendekreiſe**.

Derjenige Solſtitialpunkt, welcher dem Nordpol am nächſten liegt, und in ſeiner ſcheinbaren Bewegung dieſen Punkt um den 21ſten Juni erreicht, heißt der **Sommerpunkt**, **Sommerſonnenwende** (punctum ſolſtitii aeſtivi), oder auch **der erſte Punkt des Krebſes** (0° ♋); der andere Punkt aber, welcher dem Südpole am nächſten liegt, und welchen die Sonne um den 23 December erreicht, heißt der **Winterpunkt**, die **Winterſonnenwende** (punctum ſolſtitii hiberni) oder der **erſte Punkt des Steinbocks** (0° ♑).

Sonnenwende, Zeit der Sonnenwende, Zeit des Sonnenſtillſtandes (ſolſtitium, ſolſtice) heißt eigentlich der Augenblick, in welchem der Mittelpunkt der Sonne bey ihrem ſcheinbaren Umlaufe um den Himmel in einen der Solſtitialpunkte kommt, oder die größte Entfernung vom Aequator erreichet. Weil aber die Sonne beſtändig fortruckt, ſo verläßt ſie auch in dem folgenden Augenblicke dieſen Ort wieder, und ihre Entfernung vom Aequator muß daher wieder kleiner werden. Inzwiſchen iſt dieſe veränderte Entfernung von dem Aequator wegen der ſehr langſamen Bewegung der Sonne einige Tage lang unmerklich, und man kann daher ohne Irrthum annehmen, ihre Entfernung von dem Aequator ſey den ganzen Tag über gleich. Auf ſolche Art wird der ganze Tag ein **Tag der Sonnenwende** (dies ſolſtitii, jours de ſolſtice). Dieſer Vorausſetzung gemäß iſt alſo der Tagekreis der Sonne an dieſem Tage mit einem der Wendekreiſe einerley. Es beſchreibet alſo die Sonne den Wendekreis des Krebſes um den 21ten Juni, und um den 23ten December den Wendekreis des Steinbocks.

Der Tagekreis der Sonne, welcher mit dem Wendekreis des Krebſes zuſammenfällt, ſchneidet die Horizontalkreiſe der Nordländer ſo, daß der größte Theil deſſelben über, der kleinſte Theil aber unter dieſe Horizonte fällt; derjenige Tagekreis hingegen, welcher mit dem Wendekreis des Steinbocks zuſammenfällt, ſchneidet ſich mit dem Horizonte der Nordländer ſo, daß der kleinſte Theil deſſelben über dieſen Horizonten liegt, der größte Theil aber unter denſelben verborgen iſt. Daher haben die Nordländer zur Zeit der Sonnenwende um den 21ten Juni den längſten Tag und die kürzeſte Nacht, hingegen zur Zeit der Sonnenwende um den 23ten December den kürzeſten Tag und die längſte Nacht. Für die Südländer verhält ſich alles gerade umgekehrt.

Weil mit der Zeit der Sonnenwende, da die Sonne in den Krebs tritt, bey den Nordländern der Sommer ſeinen Anfang nimmt, und zur Zeit der andern Sonnenwende der

Winter,

Winter, ſo hat daher unſer längſter Tag den Nahmen Sommerſonnenwende (ſolſtitium aeſtiuum, ſolſtice d'été), und der kürzeſte den der Winterſonnenwende (ſoſtitium hibernum, ſolſtice d'hiver) erhalten.

Sonnenzeit (tempus ſolare, temps meſuré par la revolution apparente du ſoleil) wird diejenige Zeit genennet, welche von dem täglichen ſcheinbaren Umlauf der Sonne abhängt. Man hat aber wahre Sonnenzeit (tempus ſolare verum) von mittlerer Sonnenzeit (tempus ſolare medium) zu unterſcheiden.

Wenn die Sonne beſtändig bey einem und demſelben Fixſterne erſchiene, oder in einem Punkte des Himmels bliebe, ſo wäre die Sternzeit der Sonnenzeit völlig gleich. M. ſ. Sternzeit. Es ruckt aber die Sonne in einem Sterntage oder während einer Umwälzung der Himmelskugel um etwa 1° nach Morgen fort. Wenn alſo gerade jetzt ein Fixſtern mit der Sonne zugleich im Mittagskreiſe eines Ortes ſich befindet, ſo wird der nämliche Fixſtern nach 24 Sternſtunden wieder in eben demſelben Mittagskreiſe ſich befinden, die Sonne aber noch 1° gegen Morgen ſtehen; mithin muß ſich nun noch die Himmelskugel um 1° fortwälzen, ehe die Sonne in den Mittagskreis ankommt. Die Zeit zwiſchen zweyen wahren Mittagen heißt der wahre Sonnentag. Es iſt alſo der Sterntag vom wahren Sonnentage verſchieden, nämlich letzterer iſt etwa 4′ größer als erſterer. Uebrigens wird noch der wahre Sonnentag, ſo groß oder ſo klein er auch ſeyn mag, in 24 gleiche Theile oder in wahre Sonnenſtunden getheilet. Die wahre Sonnenſtunde theilet man ferner in 60 Minuten, die Minute in 60 Sekunden u. ſ. f. ein, welche alſo Minuten, Sekunden u. ſ. wahrer Sonnenzeit ſind.

Unſere gewöhnlichen Uhren werden nach dieſer Sonnenzeit eingerichtet, ob ſie gleich ſelten die wahre Sonnenzeit angeben, wie bald weiter erhellen wird. Wollte man den Sternentag zum Zeitmaße gebrauchen, ſo würden die hiernach eingerichteten Uhren den Mittag monatlich 2 Stunden

früher angeben, als die Sonne Mittag zeiget, und nach 6 Monaten um die wahre Mitternachtszeit der Sonne 12 Uhr Mittags beſtimmen. Auch bey den aſtronomiſchen Beobachtungen werden die zu beſtimmenden Zeitpunkte nach wahrer Sonnenzeit und ihren Theilen angegeben.

Indeſſen ſind die wahren Sonnentage unter ſich ſelbſt nicht von gleicher Länge. Dieſe Ungleichheit hat eine doppelte Urſache: die erſte iſt, weil die Sonne ſelbſt ſich nicht gleichförmig beweget. M. ſ. Sonne. Im Sommer rückt ſie nur täglich 57′ und im Winter 61′ fort; die zweyte Urſache iſt, weil die Sonne nicht im Aequator, nach welchem die Stunden gerechnet werden, ſondern in ihrer eigenen um 23½° gegen den Aequator geneigten Bahn oder der Ekliptik fortgeht, ſo daß daher, wenn auch ihre Bewegung das ganze Jahr hindurch gleichförmig wäre, dieſelbe doch, auf den Aequator reducirt, ungleiche Bogen geben würde. Dieß erläutert die fig. 82. wo nämlich a ♈ einen Quadranten des Aequators, und ♋ ♈ einen Quadranten der Ekliptik vorſtellet. In der Gegend ♈ gehe die Sonne in einem Tage in den Bogen ♈ c fort, ſo wird ſie dadurch nicht gerade Morgenwärts oder mit ♈ a parallel fortgeſchoben, ſondern ſie rückt vielmehr gegen Morgen ſo weit fort, als das Stück ♈ b ausmacht; bey ♋ hingegen beweget ſie ſich in einem Tage in den Bogen e ♋ fort, welcher Bogen ziemlich genau mit ♈ a parallel iſt, mithin iſt er eben ſo groß als a d; hier wird ſie alſo um die ganze Gräße ihrer Bewegung weiter gegen Morgen fortgeſchoben. Wenn alſo gleich die Bogen ♈ c und e ♋ gleich groß ſind, ſo iſt doch der Bogen a d weit größer als ♈ b, oder die Bewegung der Sonne in der Ekliptik auf den Aequator reducirt beträgt im erſten Falle weit mehr als im andern.

Hieraus erhellet alſo, daß die wahren Sonnentage um die Winterſonnenwende am längſten ſeyn müſſen, weil um dieſe Zeit die Sonne nicht allein am ſchnellſten, ſondern auch ganz parallel mit dem Aequator fortzurucken ſcheinet. In dieſer Rückſicht kann man alſo ſehr richtig ſagen, daß unſere

unſere Wintertage, von einem Mittage zum andern gerechnet, länger ſind, als im Sommer und um die Nachtgleichen.

Von der Veränderung der Sonnentage hängt aber auch nothwendig die Veränderung ihrer Stunden, Minuten, Sekunden u. ſ. ab. Daher können unſere gewöhnlichen Uhren, welche als Maſchinen einen beſtändig gleichförmigen Gang haben, die wahre Sonnenzeit nicht angeben. Hingegen Sonnenuhren oder Gnomons zeigen jederzeit die wahre Sonnenzeit.

Um nun aber ein beſtändig gleichförmiges Zeitmaß aus dem Sonnenlaufe zu erhalten, wornach ſich die Stellung unſerer Uhren richtet, hat man aus den ungleichen Längen der Sonnentage eine mittlere Größe im Durchſchnitte gewählet, welche der **mittlere Sonnentag** genannt wird, der alſo das ganze Jahr hindurch ſich immer gleich bleibet. Dieſes gleichförmige Zeitmaß in 24 Stunden, jede Stunde in 60 Minuten, jede Minute in 60 Sekunden u. ſ. f. getheilt, gibt alſo Stunden, Minuten, Sekunden u. ſ. mittlerer Sonnenzeit.

Man ſtellt ſich alſo außer der wahren Sonne gleichſam noch eine andere vor, welche im Aequator gleichförmig fortruckt, und auf ſolche Art ihren jährlichen Umlauf in eben der Zeit vollendet, in welcher die wahre Sonne ihre ganze Bahn zu durchlaufeu ſcheinet. Dieſe Zeit iſt das tropiſche Sonnenjahr von 365 Tagen 5 Stunden 48 Minuten 48 Sekunden. M. ſ. **Sonnenjahr.** Wenn alſo die ſich ſo vorgeſtellte Sonne in dieſer Zeit den ganzen Aequator oder 360 Grade gleichförmig durchläuft, ſo kommen auf jeden mittleren Sonnentag 59′ 8,3″ des Aequators. Es hat alſo die ſich eingebildete Sonne, um wieder im Mittagskreis zu kommen, einen Sternentag, und überdem noch ſo viele Zeit nöthig, als 59′ 8,3″ des Aequators gebrauchen, um durch den Mittagskreis zu gehen. M. ſ. **Aequator.** Dieß macht alſo

für 59′ — 59 × 4 Sek. = 3 Minut. 56 Sek.

für 8,3″ — 8,3 × 4 Tert. = 33 Tert.

 folglich

folglich beträgt der mittlere Sonnentag 24 Stund. 3 Min. 56 Sekund. 33 Tert. = 86636,3 Sek. Sternzeit.

Hieraus läßt ſich nun auch leicht beſtimmen, wie viel der Sterntag in mittlerer Sonnenzeit ausmache. Wenn man nämlich die Sekunden der mittleren Sonnenzeit mit ſ und die der Sternzeit mit σ bezeichnet, ſo hat man

den mittleren Sonnentag = 86400 ſ

den Sterntag = 86400 σ

mithin erhält man daraus den Reduktionsſatz

86400 . ſ = 86636,3 . σ

und nach der Regel Detri findet man

86636,3 . σ : 86400 . σ = 86400 . ſ : 86164 . ſ

alſo machen 86164 . ſ = 86400 . σ = Sterntag, oder der Sterntag hält 86164 Sek. oder 23 Stund. 56 Minut. 4 Sekund. mittlerer Sonnenzeit, und das Verhältniß der Sternzeit zur mittleren Sonnenzeit beruht auf dieſen beyden Gleichungen

mittlerer Sonnentag = 86636,3 Sek. Sterntag

Sterntag = 86164 Sek. mittlere Sonnenzeit.

Da alſo alle 360 Grade des Aequators zu ihrem Durchgange durch den Mittagskreis 86164 Sek. mittlerer Sonnenzeit verlangen, ſo ſchiebt ſich 1° des Aequators in 239,3 Sekund. oder 3 Minut. 59,3 Sekund., 1′ des Aequators in 3 Sek. 59 Tert. u. ſ. f. fort. Ferner läßt ſich auch ſehr leicht finden, wie viel Grade oder Theile davon des Aequators in einer Stunde, Minute, Sekunde u. ſ. f. mittlerer Sonnenzeit durch den Mittagskreis geſchoben werden. Weil nämlich in 24 Stunden mittlerer Sonnenzeit 360° 59′ 8″ des Aequators durch den Mittagskreis gehen, ſo ſchieben ſich in 1 Stunde 15° 2′ 28″, in einer Minute 15′ 2″ 28‴, in einer Sekunde 15″ 2,5‴ u. ſ. f. hindurch. Man nennt dieß, mittlere Zeit in Bogen des Aequators in mittlere Zeit verwandeln.

Nach dieſer mittleren Sonnenzeit werden unſere gewöhnlichen Uhren geſtellet. Bey den aſtronomiſchen Beobachtungen aber kommt es nicht darauf an, ob ſie nach einer Stern-

Sternuhr oder nach einer, die mittlere Sonnenzeit weiſet, gemacht werden, wenn nur ſonſt die Uhren einen genau gleichförmigen Gang beſitzen. Denn die nach einer ſolchen Uhr bemerkte Zeit wird ſich ſehr leicht auf mittlere oder wahre Sonnenzeit reduciren laſſen, wenn nur die Zeitdauer bey einem vorhergehenden und nachfolgenden Durchgange ein und des nämlichen Fixſternes oder der Sonne nach der Uhr richtig bemerket worden. Soll aber eine ſolche Uhr genau mittlere Sonnenzeit angeben, ſo muß ſie zwiſchen zweyen Durchgängen eines Fixſternes um 23 Stunden 56 Minut. 4 Sekund. fortgehen. Mehr hiervon unter dem Artikel, Zeit.

Auch ſind die Zeitangaben in den aſtronomiſchen Tafeln nach dieſer mittleren Sonnenzeit zu verſtehen, die alſo im nöthigen Falle auf wahre Sonnenzeit gebracht werden müſſen.

Der Unterſchied zwiſchen der wahren und mittleren Sonnenzeit wird die Zeitgleichung genannt, wovon unter dem Artikel, Gleichung der Zeit, iſt gehandelt worden.

Sonometer ſ. Ton.

Sonntagsbuchſtabe ſ. Kalender.

Spangrün ſ. Kupfer.

Spannung (tenſio, tenſion). Wenn die Theile eines feſten Körpers durch irgend eine Kraft gedehnet werden, ohne daß ſie ſich von demſelben trennen oder losreiſſen, ſo ſagt man, der Körper ſey geſpannt, und die daher erfolgte Wirkung heißt die Spannung. So ſpannt man Fäden, Dräthe, Saiten u. ſ. f. wenn ſie an dem einen Ende befeſtiget, und am andern Gewichte angehängt, oder andere ziehende Kräfte angebracht ſind, wodurch ſie um ein beträchtliches verlängert werden können, ohne jedoch zu zerreiſſen. Indeſſen gibt es auch ſehr viele Körper, deren Theile ſchon im natürlichen Zuſtande geſpannt ſind, ohne daß eine äußere dehnende Kraft angebracht iſt. Dergleichen Körper ſind beſonders diejenigen, welche vorher im Feuer geſchmolzen und nachher ſchnell abgekühlet ſind, wie z. B. Glas, Stahl u. dergl. Eben von dieſer Spannung der

der Theile rühret das Zerfallen der ſo genannten Bataviſchen Glastropfen, Glaswürmer und Bologneſer Flaſchen in Glasſtaub her, wenn ſie ſind verletzet worden.

Wenn die Spannung der Theile eines Körpers ſo groß wird, daß dadurch der Zuſammenhang aufhöret, ſo zerreiſſet daſelbſt der Körper, und die Spannung fällt natürlich weg.

Es kann keine Spannung anders Statt finden, als wenn die Theile in einem gewiſſen Grade ausgedehnet werden können, ohne ſich von einander zu trennen, d. h. bloß elaſtiſche Körper können geſpannt werden. Da nun alle mögliche Körper einen gewiſſen Grad von Elaſticität beſitzen, ſo müſſen ſie auch dieſem Grade gemäß geſpannt werden können, d. h. ein mehr elaſtiſcher Körper kann ſtärker, ein minder elaſtiſcher Körper weniger geſpannt werden, ehe ſie zerreiſſen. So kann eine elaſtiſche Stahlfeder einen außerordentlichen Grad der Spannung erleiden, ohne zu zerreiſſen, da im Gegentheil eine elaſtiſche Feder von anderm Metalle, z. B. von Meſſing, eine weit geringere Spannung aushalten kann.

Auch hängt von der größern oder geringern Spannung der Körper die größere oder geringere Geſchwindigkeit ihrer Schwingungen und folglich ihrer höhern und niedrigern Töne ab. M. ſ. **Elaſticität, Saiten, Klang, Ton.**

Spathſäure ſ. **Flußſpathſäure.**

Specifiſch, eigenthümlich (ſpecificum, ſpecifique) heißt dasjenige, was einer gewiſſen Art von Körpern unter gewiſſen Umſtänden eigen iſt, und wodurch es von andern Arten der Körper unterſchieden wird. In der Phyſik bezeichnet man mit dem Ausdrucke ſpecifiſch gewiſſe Eigenſchaften und Wirkungen der Körper, deren Verhältniß gegen andere Eigenſchaften, als z. B. Gewicht, Dichtigkeit, Elaſticität, Menge der Materie, Größe u. ſ. f. beſtändig daſſelbe bleibet, ſo lange die Körper keine Aenderung erleiden, ſo daß man dieſes Verhältniß als ein eigenthümliches Kennzeichen eines Körpers von eben derſelben Art betrachten kann. In dieſer Bedeutung gebrauchet man das Wort bey den

den Ausdruckungen ſpecifiſche Wärme, ſpecifiſches Gewicht, ſpecifiſche Elaſticität, und unterſcheidet dieſe von der abſoluten Wärme, dem abſoluten Gewichte, und der abſoluten Elaſticität.

Inzwiſchen druckt das Wort ſpecifiſch nur etwas relatives aus, indem man bloß dadurch das Verhältniß gewiſſer Eigenſchaften der Körper gegen andere, welche das Mehr oder Weniger betreffen, beſtimmen kann. So läßt ſich z. B. gar nicht ſagen, wie groß das ſpecifiſche Gewicht, die ſpecifiſche Wärme, die ſpecifiſche Elaſticität an ſich iſt, ſondern man kann bloß angeben, wie viel Mahl alles dieß größer oder kleiner iſt, als bey andern Körpern. Uebrigens iſt aber für ſich klar, daß eben wegen der dabey Statt findenden Verhältniſſe der Ausdruck ſpecifiſch nie anders gebrauchet werden kann, als bey gleichnahmigen oder homogenen Eigenſchaften und Wirkungen.

Es iſt bekannt, daß ſich die Gewichte der Körper einer gleichartigen Maſſe wie ihre Räume verhalten. So hält z. B. doppelt ſo vieles reines Waſſer auch ein doppelt ſo großes Gewicht, drey Cubikzoll Bley drey Mahl ſo viel Gewicht als ein Cubikzoll u. ſ. w. Wenn es alſo bloß auf Gewichte ankommt, ſo läßt ſich auch alsdann bey einerley Raumesinhalte eine Vergleichung zwiſchen den Gewichten zweyer verſchiedenen Materien anſtellen, und dieß hat Veranlaſſungen zu den ſpecifiſchen Gewichten der verſchiedenen Körper unter einander gegeben. M. ſ. Schwere, ſpecifiſche. Auf ſolche Art läßt ſich z. B. beſtimmen, das Queckſilber beſitze 14 Mahl, Gold 19 Mahl mehr ſpecifiſches Gewichte als reines Waſſer. Dieſe Ausdrücke wollen nichts weiter ſagen, als dieß, in einerley Raume hat das Queckſilber 14, das Gold 19 Mahl mehr Gewicht, als das Waſſer.

Eben ſo weiß man, daß ſich die Elaſticität der Luft bey gleichem Wärmegrade wie die Dichtigkeit derſelben verhalte. Eine zwey Mahl ſo große Menge von Luft in einem Cubikzolle Raum beſitzet auch eine doppelt ſo große Elaſticität, als die einfache Luſtmenge in demſelben Volumen.

men. Weil es alſo hier wiederum auf Elaſticitäten ankommt, ſo kann auch eine Vergleichung zwiſchen den Elaſticitäten zweyer ungleich dichten Luftmaſſen Statt finden, und dieß hat ebenfalls Veranlaſſung zur ſpecifiſchen Elaſticität der Luftmaſſen gegeben. So ſagt man z. B. brennbare Luft habe eine 13 Mahl größere Elaſticität, als die gemeine Luft, welcher Ausdruck nichts weiter bedeutet, als gemeine und brennbare Luft auf einerley Dichtigkeit gebracht geben ihre abſoluten Elaſticitäten in dem Verhältniſſe 1 : 13 an. M. ſ. Elaſticität, ſpecifiſche.

Endlich iſt es auch bekannt, daß die Menge der Wärmematerie, welche ein Körper enthalten muß, wenn er einen beſtimmten fühlbaren Wärmegrad beſitzen ſoll, ſich bey gleichartigen Maſſen, wie die geometriſchen Größen verhalte. Drey Cubikzoll Waſſer z. B. haben auch eine drey Mahl größere Menge Wärmematerie, als ein Cubikzoll, wenn bey beyden eine gleiche thermometriſche Wärme Statt findet. Folglich läßt ſich wiederum eine Vergleichung in Rückſicht der verſchiedenen Mengen von Wärmematerie in verſchiedenen Körpern von gleicher Größe oder auch gleichem Gewichte anſtellen, und dieß hat die Benennung der ſpecifiſchen Wärme veranlaſſet. Jedoch kann man auch dem Ausdruck ſpecifiſche Wärme noch andere Beſtimmungen geben, wovon unter dem Artikel Wärme, ſpecifiſche. So kann man z. B. beſtimmen, das Queckſilber beſitze eine 21 Mahl geringere ſpecifiſche Wärme als das reine Waſſer. Dieß hat den Sinn, wenn beyde Materien gleiches Gewicht haben und gleiche thermometriſche Wärme beſitzen ſollen, ſo hat das Queckſilber 21 Mahl weniger abſolute Wärme, als das Waſſer.

Wenn man ein für alle Mahl das ſpecifiſche Gewicht, und die ſpecifiſche Wärme des Waſſers, ſo wie die ſpecifiſche Elaſticität = 1 ſetzt, womit die ähnlichen Größen bey allen übrigen Körpern gemeſſen werden ſollen, ſo kann man auch jene Größen in Zahlen ausdrucken, die ſich ſelbſt unter einander wieder vergleichen laſſen. Auf dieſe Art kann man

ſagen,

ſagen, das Queckſilber beſitze das ſpecifiſche Gewicht = 14, eine ſpecifiſche Wärme = $\frac{1}{21}$, die ſpecifiſche Elaſticität von brennbarer Luft ſey = 13 u. ſ. f.

Sphaera armillaris ſ. Ringkugel.

Sphäre, Himmelskugel, Weltkugel (ſphaera coeleſtis, ſphére céleſte, ſphére du monde). Hierunter verſteht man in der Aſtronomie das blaue Himmelsgewölbe, welches uns allenthalben zu umgeben ſcheinet, und wovon bereits unter dem Artikel, Himmel, iſt geredet worden. Wir mögen uns auch auf einer Stelle der Erde befinden, wo wir wollen, ſo erſcheinet uns jederzeit der Himmel als eine hohle Fläche einer Halbkugel, und wenn die Erde durchſichtig wäre, ſo würde der ganze Himmel uns als eine Kugel vorkommen, deren Mittelpunkt das Auge des Beobachters wäre, und welche ſich um eine eigene feſte Axe ſammt den daran befindlichen Sternen binnen 24 Stunden herumdreht. Von dieſer Kugelgeſtalt hat ſowohl die ſcheinbare Himmelswölbung, als auch die nachgebildete Darſtellung des Himmels im Kleinen den Nahmen der Himmelskugel oder Sphäre erhalten. M. ſ. Himmelskugel, künſtliche. Man hat ſich gewiſſer Erſcheinungen wegen verſchiedene Punkte und Kreiſe auf der Sphäre vorgeſtellt, welche ebenfalls unter eben dem Artikel angeführet ſind.

Beſonders iſt der Ausdruck Sphäre gebräuchlich, wenn man auf die verſchiedenen Lagen der Himmelskugel und ihrer Kreiſe gegen die verſchiedenen Oerter der Erde ſiehet. In dieſer Rückſicht unterſcheidet man die **gerade, parallele** und **ſchiefe Sphäre.**

Die gerade Sphäre (ſphaera recta, ſphere droite) findet Statt, wenn (fig. 83.) die beyden Pole p und q der Weltaxe pq in den Horizont des Ortes liegen, mithin der Aequator ab durch den Scheitel a und den Fußpunkt b gehet. Für einen ſolchen Ort iſt alſo der Kreis pcq ſelbſt ſein Horizont. Stellt man ſich nun die Erde im Mittelpunkte der Sphäre vor, ſo daß der Scheitelpunkt a, der mit dem Beobachtungsorte zuſammengehöret, gerade in ei-

ner

ner Stelle im Erdäquator ſich befinden. M. ſ. Erdkugel. Mithin werden nur denjenigen Orten der Erdfläche die Sphäre als gerade erſcheinen, die im Erdäquator liegen, deren geographiſche Breite folglich = o iſt.

Der Horizont pcq in der geraden Sphäre wird nicht allein von dem Aequator ab, ſondern auch von allen mit demſelben parallel gehenden Kreiſen de, fg u. ſ. unter rechten Winkeln geſchnitten. Alle dieſe Parallelkreiſe ſind aber die Tagekreiſe aller Geſtirne, ſelbſt die Sonne nicht ausgenommen. Demnach gehen die Sterne in der geraden Sphäre unter rechten Winkeln auf und unter. Dieß iſt der Grund, warum man hier den Aufgang der Geſtirne gerade, und den Bogen des Aequators, deſſen Endpunkt mit einem Sterne zugleich aufgeht, die gerade Aufſteigung (aſcenſio recta) nennt. M. ſ. Aufſteigung, gerade.

Ueberdem werden auch in der geraden Sphäre der Aequator und alle übrige mit ihm parallel gehende Tagekreiſe durch den Horizont in gleiche Halbkreiſe zerſchnitten, wovon die eine über die andere unter dem Horizonte iſt. Mithin ſind den Oertern, die unter dem Aequator liegen, die Geſtirne 12 Stunden über und 12 Stunden unter dem Horizonte. Da dieß nun auch bey der Sonne Statt findet, ſo folget, daß hier Tag und Nacht beſtändig einander gleich bleiben. Auch müſſen alle Sterne am Himmel binnen 24 Stunden ein Mahl über und ein Mahl unter dem Horizont kommen, weil ſie alle ſenkrecht auf- und untergehen, und alſo kein einziger unter dem Horizonte bleiben kann. Solche Sterne, welche hier zugleich aufgehen, culminiren auch zugleich, und gehen wieder zugleich unter.

Die Sonne, welche während des Zeitraumes von einem Jahre ihre Bahn oder den ſchiefen Kreis ef durchläuft, geht jährlich zwey Mahl durch den Scheitel a. Dieß erfolget, wenn ſie in den Aequator kommt, und dieſer ſelbſt ihr Tagekreis wird, folglich um den 21ten März und den 23ten September. Sonſt verweilet ſie das eine halbe Jahr hindurch in der nördlichen Hälfte abp, und das andere halbe Jahr

in

in der ſüdlichen Hälfte a b q des Himmels, ſo daß ihr Tagekreis am längſten Tage in der nördlichen Hälfte des Himmels der Kreis d e, und der Tagekreis am längſten Tage in der ſüdlichen Hälfte der Himmelskugel der Kreis f g iſt. Wenn man alſo in der geraden Sphäre von dem höchſten Stande der Sonne in a den Sommer, und von dem niedrigſten in d und f den Winter zu rechnen anfangen wollte, ſo würde daraus folgen, daß die Oerter in dieſer Sphäre jährlich zwey Sommer und zwey Winter hätten. Allein es laſſen ſich hier die Jahreszeiten nicht ſo, wie in den gemäßigten Zonen, abtheilen.

Was die **parallele Sphäre** (ſphaera parallela, ſphére parallele) betrifft, ſo hat dieſe Statt, wenn die beyden Pole (fig. 84.) p und q mit dem Scheitel- und Fußpunkte zuſammenfallen, und der Horizont mit dem Aequator a b einerley iſt. Stellt man ſich nun hier die Erde im Mittelpunkte vor, ſo gehöret dem Scheitelpunkte ein Pol der Erde zu. Hieraus folgt alſo, daß bloß den beyden Polen die Himmelskugel als parallele Sphäre erſcheinen kann.

In dieſer parallelen Sphäre ſind alle Tagekreiſe der Geſtirne mit dem Aequator parallel, woher ſie auch den Nahmen erhalten hat. Demnach findet hier weder Auf- noch Untergang der Geſtirne Statt; es ſcheinet vielmehr ein jeder Stern binnen 24 Stunden einen Kreis mit dem Aequator parallel von der Linken gegen die Rechte zu durchlaufen. Auch können nur in dieſen Stellen diejenigen Sterne geſehen werden, welche in der einen Hälfte des Himmels ſich befinden, im Nordpol nämlich nur die in der nördlichen, und im Südpol nur die in der ſüdlichen Halbkugel der Himmelsſphäre.

Selbſt von der Ekliptik kann nicht mehr als nur ein und dieſelbe Hälfte geſehen werden, vom Nordpole p nämlich die nördliche Hälfte, wovon c f ein Theil iſt, und vom Südpole q die ſüdliche Hälfte, wovon c e ein Theil iſt. In dem einen halben Jahre alſo, da ſich die Sonne in der einen ſichtbaren Hälfte ihrer Bahn befindet, muß daſelbſt beſtän-

dig Tag, in dem andern halben Jahre aber, da ſie ſich in der andern Hälfte aufhält, beſtändig Nacht ſeyn.

Was endlich die ſchiefe Sphäre (ſphaera obliqua, ſphére oblique) betrifft, ſo hat dieſe in allen den Fällen Statt, wo der eine Pol über, der andere unter dem Horizonte liegt, und der Aequator mit demſelben einen ſchiefen Winkel macht. So erſcheinet allen Orten der Erde die Himmelskugel, welche weder im Aequator, noch in den Polen liegen. Es kann daher die ſchiefe Stellung der Sphäre wieder ſehr verſchieden ſeyn. Eine von dieſen Stellungen zeiget die fig. 85.

In der ſchiefen Sphäre ſchneidet der Aequator ab und alle mit ihm parallele Tagekreiſe, wie ed, gf, den Horizont mn unter ſchiefen Winkeln, wodurch bloß der Aequator in zwey gleich große Hälften, die übrigen Parallelkreiſe aber in ungleiche Theile getheilet werden. Es gehen alſo hier alle Sterne ſchief auf und unter, und nur diejenigen Sterne, welche im Aequator ſtehen, ſind eben ſo lang ſichtbar, als unſichtbar. Von den übrigen Tagekreiſen fällt von denjenigen, welche dem ſichtbaren Pole näher liegen, der größere, von denjenigen hingegen, welche ſich gegen den unſichtbaren Pol zu befinden, der kleinere Theil über den Horizont. Daher erſcheinen den Oertern der nördlichen Halbkugel auf der Erde die nördlichen Geſtirne, den Orten der ſüdlichen Halbkugel aber die ſüdlichen Geſtirne eine längere Zeit über dem Horizonte. Indeſſen gibt es auch nahe am ſichtbaren Pole Tagekreiſe, die ganz über dem Horizonte, und hingegen nahe am unſichtbaren Pole Kreiſe, welche ganz unter dem Horizonte liegen. Es gibt daher für alle Oerter in der ſchiefen Sphäre Sterne, welche gar nicht untergehen, oder auch welche, die gar nicht aufgehen.

In der ſchiefen Sphäre gibt es jährlich nur zwey Tage, wo die Sonne eben ſo lang ſichtbar als unſichtbar, oder wo Tag und Nacht gleich iſt. Dieß findet Statt, wenn die Sonne im Aequator kommt, nämlich um den 21ten März und 23ten September. In demjenigen halben Jahre aber,

wo

wo die Sonne dem ſichtbaren Pole näher ſteht, ſind die Tage länger als die Nächte; in dem andern halben Jahre aber, da ſie dem unſichtbaren Pole näher iſt, die Nächte länger, als die Tage. Die längſten und kürzeſten Tage fallen in die Zeiten der Sonnenwenden, d. i. um den 21ten Juni und 21ten December, wo die Sonne dem einen oder dem andern Pole am nächſten ſtehet.

Wäre die ſchiefe Lage der Sphäre ſo groß, daß die Sonne Tagekreiſe beſchreiben kann, welche ganz über oder ganz unter dem Horizonte liegen, ſo geht alsdann die Sonne um die Zeit der einen Sonnenwende gar nicht unter, und um die Zeit der andern Sonnenwende gar nicht auf. An dieſen Orten hat man alſo zum Theil beſtändig Tag, und zum Theil beſtändig Nacht.

Sphäroid (ſphaeroides, ſphéroide). Hierunter verſteht man einen Körper, welcher durch die Umdrehung einer halben Ellipſe um ihre Axe erzeuget wird. Hierbey kann aber eine doppelte Umdrehung Statt haben, nachdem ſich entweder die Hälfte (fig. 86.) a b c der ganzen Ellipſe a d b c um die große Axe a b, oder die Hälfte c a d um die kleine Axe c d drehet. Im erſten Falle entſteht das **länglichte Sphäroid** (ſphaeroides oblongum, ſphéroide allongé), im andern Falle aber das **abgeplattete Sphäroid** (ſphaeroides latum, ſphéroide applâté).

Wenn man annimmt, es ſey anfänglich ein Körper eine Kugel geweſen, deren Materie gegen den Mittelpunkt ſchwer iſt, und dieſe Kugel drehet ſich um einen Durchmeſſer als um eine feſte Axe, ſo müſſen nothwendig diejenigen materiellen Theile, welche von den Polen am weiteſten entfernet liegen, durch den Schwung eine deſto größere Kraft erlangen, von dem Mittelpunkte ſich zu entfernen. Hat nun die Materie keinen ſo großen Zuſammenhang unter ſich, daß dieſe der Schwungkraft wiederſtehen könne, ſo werden ſich auch wirklich die Theile, die von den Polen am weiteſten entfernet ſind, erheben und die Theile an den Polen eingedruckt werden, ſo daß ſich die Kugel in ein wirklich abge-

plattetes Sphäroid verwandelt. Aus ſolchen Schlüſſen folgerten ſchon Huygens und Newton die ſphäriſche Geſtalt unſerer Erde, die auch durch wirkliche Ausmeſſung beſtätiget wurde. M. ſ. Erdkugel. Auch mit Hülfe der Fernröhre hat man an verſchiedenen andern Planeten, als dem Jupiter, Mars, Saturn, die ſphäroidiſche Geſtalt wahrgenommen. M. ſ. Jupiter, Mars, Saturn. Es iſt übrigens kaum zu zweifeln, daß überhaupt die ſphäroidiſche Geſtalt allen Himmelskörpern des Sonnenſyſtems gemein iſt, da bey den meiſten die Umwälzung um ihre Axe bewieſen iſt. Begreiflich iſt aber, daß es hierbey auf kleine Abweichungen genauer mathematiſcher Sphäroide nicht ankommt, indem ſehr wahrſcheinlich auf allen Himmelskörpern Erhabenheiten und Vertiefungen anzutreffen ſind.

Spiegel (ſpecula, miroirs). Es gibt eine Menge harter undurchſichtiger Körper, welche durch's Schleifen und Poliren eine ſolche Glätte annehmen, daß ihre Oberflächen eine beträchtliche Menge auf ſie fallendes Licht reflektiren, ſo daß man in ihnen Bilder der vorliegenden Objekte betrachten kann. Solche Flächen nennt man Spiegelflächen, und die Körper, an welchen ſie ſich finden, Spiegel. Soll alſo ein Fläche als Spiegelfläche dienen, ſo iſt nicht allein hinreichend, daß ſie eine vorzügliche Glätte beſitze, ſondern ſie muß auch die Eigenſchaft haben, das auf ſie fallende Licht in vorzüglicher Menge zu reflektiren. Hierin liegt der Grund, warum verſchiedene Körper, deren Flächen die ſchönſte Politur annehmen, doch keine guten Spiegel ſind, weil ſie mehr Licht verſchlucken, als zurückſenden. Da vermöge der Erfahrung die Metalle, wenn ſie gut poliret ſind, vorzüglich die Eigenſchaft beſitzen, das Licht ſtark zurück zu ſenden, ſo dienen auch dieſe vor allen andern Körpern zu guten Spiegeln. Bey unſern gemeinen Glasſpiegeln iſt es nicht das Glas, welches den Spiegel ausmacht, ſondern vielmehr die metalliſche Belegung. Das Glas dienet bloß als eine bequeme Art zur Faſſung für die eigentlichen Spiegel. Würde man ſtatt der metalliſchen Belegung eine andere undurchſichtige

tige Materie, z. B. weißes Papier, dem Glaſe unterlegen, oder auch die eine Seite deſſelben matt ſchleifen, ſo würde man dadurch einen ſehr ſchlechten Spiegel erhalten. Indeſſen hat es aber doch ſeine Richtigkeit, daß eine recht glatte Fläche ein Haupterforderniß eines guten Spiegels iſt. Es dienen daher auch alle diejenigen Körper, welche durch die Kunſt eine Politur annehmen, mehr oder weniger zu Spiegeln, als Metalle, hartes Holz, dichte und harte Steine. Man ſchleifet nämlich dieſe Körper durch ſcharfe Pulver, z. B. Sand, Smergel, Trippel, Zinnaſche u. ſ. w. und poliret ſie.

Die Glätte einer Spiegelfläche iſt dieſerwegen nothwendig, damit die Strahlen, welche von einem Gegenſtande auf die Fläche fallen, in der nämlichen Ordnung ins Auge reflektiret werden, als ſie auf die Fläche kommen, um ein mit dem Gegenſtande auf der Netzhaut übereinſtimmendes Bild zu verurſachen. M. ſ. Bild. Denn hierzu wird nothwendig erfordert, daß aus einerley Stelle der Fläche nur ſolches Licht ins Auge geworfen werde, welches aus einerley Stelle des Gegenſtandes kommt. Nun laſſen ſich aber glatte Flächen ſo betrachten, als beſtünden ſie aus lauter kleinen Ebenen, welche alle einerley Lage hätten, oder von welchen ſich zwey an einander grenzende in unendlich wenig verſchiedenen Lagen befänden. Daraus folgt alſo, daß ein jedes Theilchen einer ſolchen Fläche bloß Strahlen von einerley Punkte des Gegenſtandes, das gleich unmittelbar daneben liegende Theilchen auch Strahlen von dem unmittelbar daneben liegenden Punkte des Objektes u. ſ f. ins Auge reflektiret. Folglich werden dadurch die Strahlen von der Fläche in eben der Ordnung ins Auge geworfen, als ſie von dem Gegenſtande auf die Fläche kamen, und das Auge muß eben ſo gerühret werden, als ſähe es den Gegenſtand ſelbſt, oder etwas ihm ähnliches. Würde nun auf dieſe Art alles von dem Gegenſtande auf die Fläche auffallendes Licht wieder ins Auge zurückgeworfen, ſo würde auch dieſes nichts weiter als bloß das Bild des Gegenſtandes, die zurückwerfende Fläche ſelbſt gar nicht, ſehen. Da es

aber vermöge der Erfahrung keine ſolchen Körper gibt, welche alles Licht zurückwürfen und vollkommen glatt wären, ſo wird dadurch verurſachet, daß nicht ſo vieles Licht von dem Gegenſtande ins Auge reflektiret wird, als auf die Fläche fiel; daher ſieht man außer dem Bilde des Objektes die reflektirende Fläche ſelbſt mit.

Dagegen ſtellt eine rauhe Fläche kein Bild des Gegenſtandes dar, und iſt daher in dieſer Rückſicht von der Spiegelfläche gar ſehr verſchieden. Eine rauhe Fläche zeiget durch ihr zurückgeſendetes Licht nichts weiter als ſich ſelbſt. Der Grund hiervon ligt im folgenden: es kann nämlich eine jede rauhe Fläche ſo angeſehen werden, als beſtünde ſie aus einer ſehr großen Menge von Ebenen in ſehr verſchiedenen Lagen. Wenn daher auf ein klein Theilchen von ihr Strahlen von verſchiedenen Gegenſtänden fallen, ſo findet jeder dieſer Strahlen auf dieſem Theilchen eine gewiſſe Ebene, die ihn in eben das Auge ſchickt, in welches eine andere Ebene auf dieſem Theilchen einen Strahl von einem andern Gegenſtande bringt, und ſo erhält ein Auge von einem Theilchen der rauhen Fläche Licht, welches verſchiedene Gegenſtände auf dieſes Theilchen geſendet hatten, folglich empfindet das Auge nur Licht, wodurch die rauhe Fläche ſelbſt ſichtbar wird, nicht aber ein Bild.

Auch unterſcheidet ſich die Spiegelfläche von einer rauhen Fläche darin, daß beyde einerley Sonnenlichte ausgeſeßet nicht auf einerley Art hell ausſehen. Wenn man in der Richtung ſteht, nach welcher die Spiegelfläche das Licht reflektiret, ſo bekommt man von einer ihrer Stellen einen ſehr lebhaften Glanz; tritt man aber ſeitwärts der reflektirenden Ebene, ſo ſcheint die Spiegelfläche nicht ſo hell, als die gleich ſtark erleuchtete rauhe Fläche. Eigentlich müßte die Spiegelfläche ſeitwärts gar kein Licht ſenden, man müßte ſie alſo gar nicht ſehen, wenn es eine vollkommene Spiegelfläche gäbe; daher erſcheinet ſie uns deſto dunkeler, je glätter ſie iſt. Selbſt das Waſſer ſcheint bey großer Windſtille dunkeler, als wenn es Wellen wirft, und die rauhen Theile der Mondflächen

flächen ſtellen ſich heller, als die ebenen Flächen dar. M. ſ. **Mondflecken.**

Hieraus ſuchte **Euler** *) zu erweiſen, daß erleuchtete dunkele Flächen das Licht nicht ſelbſt wieder reflektiren, ſondern daß ſie vielmehr durch neue in ihnen erregte Schwingungen ſichtbar werden. M. ſ. **Licht.** Er meinet, wenn die Körper, auf welche das Sonnenlicht falle, dieſe ins Auge reflektire, ſo werde man nicht die Körper ſelbſt ſehen, ſondern vielmehr das Bild der Sonne, und es würde unerklärbar bleiben, warum ein rother Körper allein rothes Licht nicht nur unter dem Reflexionswinkel zurückſende, ſondern auch nach allen Seiten verbreite, und nach allen möglichen Richtungen roth ausſehe. Allein **Euler** ſcheinet auf die Rauhigkeit der Körper keine Rückſicht genommen zu haben. Denn ein jeder dunkeler Körper kann nur in ſo fern ſichtbar ſeyn, als er eine rauhe Oberfläche beſitzet. Eine ſolche Oberfläche zeiget aber kein Bild, und ſendet von jedem Theile nach allen möglichen Richtungen Licht hin, eben weil ſie rauh iſt. Daraus iſt alſo klar, daß ſie kein Sonnenbild zeigen kann, und daß ſie daher nach allen Seiten hin dasjenige Licht, es ſey rothes oder blaues u. ſ. f., welches ſie reflektiret, verbreitet. Wäre die Fläche vollkommen glatt, ſo würde ſie das Auge gar nicht ſehen, ſie würde nur das Bild von dem Gegenſtande, das Licht auf ſie ſendet, darſtellen, und die etwanige Farbe, die der Spiegel ſelbſt hätte, gar nicht zeigen. Dieß Letztere findet nur Statt, wenn der gefärbte Spiegel außer dem Bilde des Objektes ſelbſt mit geſehen wird.

Eine jede feſte Materie, welche hart genug iſt, eine Politur anzunehmen, und aus ſo feinen Theilchen beſtehet, daß ſolche einzeln dem bloßen Auge unkenntlich ſind, läßt ſich zu einem Spiegel machen, und wird wieder bloß dunkeler Körper, wenn man ihre Oberfläche rauh machte. Es iſt alſo ganz unnöthig, die Spiegel als eine eigene Art von

*) Noua theoria lucis et colorum in opuſc. varii argumenti. Berol. 1746. 4. §. 108. ingl. lettres à une princeſſe d'Allemagne. Mitau et Leipſ. 1770. 8. Tom. I. lett. 24 ſq.

Materie anzunehmen, welche anders in das Licht wirkte, als ſonſt rauhe dunkele Körper. Alles kömmt bloß auf die Glätte, Undurchſichtigkeit und auf die Eigenſchaft an, das Licht in vorzüglicher Menge wieder zurück zu ſenden.

Durchſichtige Körper können eigentlich gar keinen Spiegel abgeben, weil ſie das meiſte Licht durchlaſſen, und nur wenig reflektiren. Daß Gegenſtände in einem hellen klaren ſtillſtehenden Waſſer ſich abſpiegeln, rührt keinesweges daher, als ob die Oberfläche deſſelben, eben weil ſie von Natur glatt iſt, als Spiegelfläche wirke, ſondern die Strahlen gehen vielmehr durchs Waſſer, und werden erſt vom Boden wieder ins Auge reflektirt. Eben ſo kann auch keine ebene Glastafel als Spiegel angeſehen werden, wie ſchon bemerket iſt. Ueberhaupt aber ſind ſolche Spiegel, bey welchen durchſichtige Körper zur Faſſung der eigentlichen Spiegel gebrauchet werden, wie z. B. die gemeinen Spiegel, zu ſolchen Abſichten, wo man recht deutliche und genaue Bilder der Gegenſtände haben will, nicht wohl zu gebrauchen, weil das Licht beym Durchgange durch die durchſichtigen Körper ungemein geſchwächt wird. Dagegen leiſten zu dieſer Abſicht die metallenen Spiegel die beſten Dienſte.

Die Spiegel theilet man nach ihrer Geſtalt in ebene **Spiegel** oder **Planſpiegel** und **krumme Spiegel**. Die krummen Spiegel ſind entweder **ſphäriſche**, oder **Kugelſpiegel, paraboliſche, cylindriſche, koniſche** u. ſ. f. nachdem die Spiegelfläche einer **Kugel**, einem Paraboloid, einem Cylinder, einem Kegel u. ſ. f. zugehöret. Bey allen dieſen krummen Spiegeln kann entweder die äußere erhabene Fläche oder die innere hohle zur Spiegelfläche dienen, da ſodann die Spiegel im erſten Falle **erhabene Spiegel** oder **Converſpiegel**, und im andern **hohle Spiegel** oder **Hohlſpiegel** genannt werden.

Ebene Spiegel, Planſpiegel (ſpeculum planum, miroir plan).

Wenn (fig. 87.) der leuchtende Punkt c Licht auf eine ebene Spiegelfläche a b wirft, ſo laufen alle von dieſer reflektir-

reflektirten Strahlen gehörig verlängert hinter der Spiegelfläche in einem Punkte g ſo zuſammen, daß ihre ſenkrechte Entfernung von der Spiegelfläche oder gk eben ſo groß iſt, als die ſenkrechte Entfernung des leuchtenden Punktes c von eben der Fläche, oder als ck, welche eine Verlängerung von kg iſt.

Vermöge des Geſetzes der Reflexion liegt nämlich der einfallende Strahl cd mit dem zurückgeworfenen df in einerley Zurückwerfungsebene, welche die Spiegelfläche in der geraden Linie kl ſchneidet, und es iſt der Winkel kdc = fdl. M. ſ. Zurückwerfung. Wird nun ck ſenkrecht auf die Spiegelfläche gezogen und gehörig nach g verlängert, ſo müſſen nun beyde die Linien cg und der verlängerte zurückgeworfene Strahl fg ſich in dem Punkte g ſchneiden, ſo daß gk = kc ſeyn muß. Denn der Winkel fdl iſt = kdg, weil ſie Vertikalwinkel ſind. Da nun kdc = fdl, ſo iſt auch kdg = cdk. Nun iſt der Winkel ckd = gkd = einem rechten, demnach kdg ein ſpitzer Winkel, und dg wird gehörig verlängert kg irgendwo in einem Punkte g ſchneiden müſſen. In den Dreyecken ckd und kdg ſind aber die an kd anliegenden Winkel gleich groß, mithin wird auch das Dreyeck kcd = kdg ſeyn müſſen, und daher kg = kc.

Auf eben dieſe Art wird erwieſen, daß auch ih gehörig verlängert hinter der Spiegelfläche nach g laufen müſſe.

Wenn alſo ein Auge vor der Spiegelfläche ab, in welcher Stelle man will, ſich befände, und den Punkt g betrachtete, ſo würde es eben die Empfindung haben, als wenn der leuchtende Punkt c in g wäre, und Licht nach allen Seiten verbreitete. Es ſcheint alſo der Punkt c in g ſeine Stelle zu haben, und g iſt das Bild von c. Würde demnach alles Licht, welches von dem leuchtenden Punkte c auf die Spiegelfläche fällt, von ſelbiger reflektirt, ſo müßte auch das Bild g eine Ebene, welche die reflektirten Strahlen auffängt, eben ſo erleuchten, als der Punkt c, wenn er in g befindlich und keine Spiegelfläche da wäre.

Der Ort des Bildes g im Planſpiegel liegt ſowohl in der Spitze des Kegels fgi, welche die reflektirten Strahlen bilden, als auch im Durchſchnittspunkte des ins Auge kommenden Strahls fd oder hi mit dem verlängerten Neigungslothe ck. Es iſt alſo für den Planſpiegel Barrov's Theorie vom Orte des Bildes eben ſo wohl richtig, als der Grundſatz der Alten. M. ſ. Bild.

Wäre cn ein ſichtbares Objekt, von welcher Geſtalt und Größe es auch ſey, vor der ebenen Spiegelfläche ab, ſo fällt von einem jeden Punkte deſſelben ein Bild hinter der Spiegelfläche, welches in der von demſelben auf dem Spiegel ſenkrechten Linie hinter dem Spiegel ſo weit entfernet liegt, als der Punkt vor der Spiegelfläche; demnach haben alle dieſe Bilder hinter der Spiegelfläche eben die Lage, welche das Objekt vor der Spiegelfläche hat, und machen daher das ganze Bild gm des Objektes cn aus, welches demſelben in allen vollkommen gleich und ähnlich iſt.

Hieraus laſſen ſich eine Menge von Erſcheinungen im einzelnen Planſpiegel erklären. Das Bild eines aufrecht ſtehenden Objektes hinter der lothrecht ſtehenden Spiegelfläche wird ebenfalls ſenkrecht ſeyn. Wäre dieß Objekt eine gerade Linie oder eine Ebene, die mit der Spiegelfläche parallel iſt, ſo iſt auch ihr Bild hinter derſelben damit parallel. Wenn hingegen eine gerade Linie oder eine Ebene gegen die Spiegelfläche unter einem Winkel geneigt iſt, ſo iſt ihr Bild gegen die Hinterfläche unter eben dem Winkel geneigt; das Bild der geraden Linie läuft mit der abgebildeten geraden Linie irgendwo in einerley Spiegelfläche zuſammen, und das Bild der Ebene ſchneidet die Spiegelfläche in eben der geraden Linie, in welcher die abgebildete Ebene ſelbige ſchneidet. Würde daher eine Spiegelfläche gegen eine horizontal liegende gerade Linie oder Ebene unter einem Winkel von 45 Graden ſchneiden, ſo würde ihr Bild hinter der Spiegelfläche *loth-*

recht

recht ſeyn müſſen; hingegen würde das Bild einer geraden Linie oder einer lothrechten Ebene hinter der Spiegelfläche, welche gegen ſelbige unter dem Winkel von 45 Graden geneigt iſt, wagrecht liegen müſſen.

Wie alſo in einem lothrecht ſtehenden Spiegel eine Perſon ſich ſelbſt und diejenigen Sachen, welche vor einem Spiegel oder ſeitwärts deſſelben ſich befinden, ſehen könne, läßt ſich alſo erklären. Wäre (fig. 88.) a b eine Perſon, a ihr Scheitel, c d der Augenſtern und b der Fußpunkt, ſo ziehe man aus a und b auf die lothrecht ſtehende Spiegelfläche e n die Neigungsloche a e und b f, verlängere ſie hinter dem Spiegel ſo weit, daß e h = e a, und g f = b f wird; alsdann ſind h und g die Bilder von a und b. Alle Strahlen, welche von a auf die Spiegelfläche e f fallen, werden ſo zurückgeworfen, als kämen ſie von dem Punkte h her, wovon ein Theil in den Stern des Auges fällt. Zieht man nämlich aus c und d die Linien c h und d h, ſo ſind dieß ein Paar Strahlen, welche von den aus a auf den Spiegel auffallenden und zurückgeworfenen Strahlen ins Auge kommen; demnach hat es eben die Empfindung, als wenn der Punkt a in h wäre, und die Strahlen ins Auge ſendete. Auf eben dieſe Art iſt g ein Bild von b, und es erhellet deutlich, daß die von b zwiſchen l m auf die Spiegelfläche fallenden Strahlen ins Auge c d zurückgeworfen werden, welches demnach das Bild g von b ſiehet. Eben dieſe Bewandniß hat es nun mit allen zwiſchen a und b liegenden Punkten des menſchlichen Körpers, ſo daß die Perſon a b ſich vollkommen deutlich im Spiegel ſiehet.

Betrachtet das Auge das Bild eines Objektes durch einen ebenen Spiegel, ſo ſieht es ſelbiges unter dem nämlichen optiſchen Winkel, unter welchem es das Objekt ſelbſt ſehen würde, wenn dieſes in der Stelle des Bildes wäre, und mit ſelbigem einerley Lage hätte. Betrachtet ſich alſo die Perſon a b in dem lothrecht ſtehenden Spiegel e f, ſo ſieht ſie ihr Bild unter dem optiſchen Winkel h c g, und

es iſt h g = a b, die Dreyecke h c g und i c l, h c a und h i e ſind einander ähnlich; demnach hat man h e : e a = h i : i c = h g : i l = 2 : 1. Es braucht alſo der Planſpiegel nur halb ſo lang und halb ſo breit zu ſeyn, als diejenige Perſon, welche ſich ganz im Spiegel betrachten will.

Wenn auf der ſchiefen Ebene (fig. 89.) c g eine Kugel a herabrollt, ſo ſcheint dieſe in der lothrechten Linie c a hinauf zu ſteigen, wenn die Richtung des Spiegels c f den Winkel a c g halbiret. Es muß hierzu alſo der Winkel des Spiegels mit der Vertikallinie a c oder $x = \frac{1}{2}$ a c g $= \frac{1}{2}$ $(90° + y) = 45° + \frac{1}{2} y$ ſeyn. Wäre z. B. die Ebene c g gegen den Horizont d g um 30° geneigt, ſo wird verlangt, daß der Spiegel c f mit der Vertikallinie a c einen Winkel $x = 45° + 15° = 60°$, mithin mit dem Horizonte ſelbſt ebenfalls einen Winkel von 30° mache. Kann hierbey die Veranſtaltung ſo getroffen werden, daß das Auge die Ebene c g mit der Kugel h nicht ſiehet, wobey es ſchon hinreichend iſt, wenn der Zuſchauer nur einen Theil c f der Spiegelfläche betrachten kann, ſo läßt ſich auf ſolche Art die Täuſchung ſehr weit treiben.

Auch gibt die Gleichheit des Einfalls- und Reflexionswinkels ein Mittel ab, zulängliche Höhen durch Planſpiegel zu meſſen. Wenn man nämlich (fig. 90.) einen Planſpiegel b d horizontal auf den Boden leget, und geht auf ſelbigem ſo weit zurück, bis das Auge in e die äußerſte Grenze a der zu meſſenden Höhe im Spiegel c erblicket, ſo entſtehen dadurch die beyden rechtwinklichten Dreyecke a b c und e d c, welche, weil $x = y$, einander ähnlich ſind. Mithin hat man c d : c b = d e : b a. Werden alſo die drey Größen e d, d c und c b gemeſſen, ſo läßt ſich durch die Regel Detri die Höhe b a finden.

Weil das Glas bey den gewöhnlichen ebenen Glasſpiegeln nicht alle Lichtſtrahlen durchläßt, ſondern ſchon einige auf die Oberfläche reflektirt, ſo ſieht man leicht, daß hierdurch noch ein Bild, wiewohl ſehr ſchwaches, zuwege gebracht wird. Man nehme an (fig. 91.) a b ſey die Vorderfläche

derfläche und c d die hintere Fläche eines ebenen Glasſpiegels, ſo wird der leuchtende Punkt l von der Vorderfläche in e und von der Hinterfläche in f abgebildet, und es iſt nun li = ie, und lk = kf, alſo ef = 2.ik, oder die Entfernung beyder Bilder iſt der doppelten Dicke des Glaſes gleich. Befände ſich das Auge ſelbſt in lk, ſo decken ſich beyde Bilder; hätte aber das Auge o ſeine Lage ſeitwärts des Spiegels, ſo ſieht es beyde Bilder unter dem optiſchen Winkel eof, welcher deſto größer iſt, je näher das Auge dem Spiegel, und je mehr es ſeitwärts deſſelben ſtehet. Dieſe beyden Bilder nimmt man wahr, wenn man eine Lichtflamme vor den Spiegel hält, und nun ſeitwärts dagegen ſieht, wobey aber, wie geſagt, das andere Bild nur ſchwach auffällt wegen der in geringer Menge von der Vorderfläche des Spiegels reflektirten Strahlen.

Gewöhnlich erſcheinen außer dieſen beyden Bildern noch mehrere in g, h, u. ſ. weil die Vorderfläche ab des Spiegels nicht alle diejenigen Strahlen, welche von der Hinterfläche cd reflektiret werden, durchläßt, ſondern einige wieder zurückſendet, welche zum zweyten Mahle in der Hinterfläche cd zurückgeworfen werden, und das dritte Bild in g verurſachen. Selbſt von dieſen Strahlen werden wiederum einige von ab zurück auf cd geworfen, und durch die Reflexion derſelben das vierte Bild h veranlaſſet u. ſ. f. Auf dieſe Art ſieht man von einer Lichtflamme eine Reihe Bilder e, f, g, h u. ſ. unter welchen das zweyte f am lebhafteſten iſt; die folgenden g, h u. ſ. werden immer ſchwächer und ſchwächer, bis ſie endlich ganz aufhören.

Durch die Verbindung mehrerer Planſpiegel erhält man ebenfalls eine Menge merkwürdiger und angenehmer Erſcheinungen, von welchen einige unter dem Artikel, **Spiegelkaſten**, angeführet werden ſollen.

Ohne Zweifel ſind die älteſten Spiegel die metallenen *); indeſſen erſtreckt ſich auch die Erfindung der Glasſpiegel ins hohe

*) *Plinius* hiſt. natur. lib. XXXIII. cap. 9.

hohe Alter. Nach den Berichten des Plinius *) ſollen dieſe in der Glasofficin zu Sidon zuerſt verfertiget ſeyn; ſo erzählet er, aliud vitrum flatu figuratur, aliud torno teritur, aliud in argenti modum coeletur, Sidone quondam illis officinis nobili, ſiquidem et ſpecula excogitauerat. Das Glas wurde im Anfange durch eine dunkele Farbe undurchſichtig gemacht, ſo wie auch geſchliffene Steine von dunkeler Farbe zu Spiegeln gebrauchet wurden; in der Folge wurde aber die Hinterfläche mit Bley übergoſſen oder überzogen. In dem mittleren Zeitalter ſcheinet dieſe Art von Spiegeln die gemeinſte geweſen zu ſeyn. So ſagt Vincenz von Beauvais in ſeinem um 1420 geſchriebenen ſpeculum naturale: inter omnia melius eſt ſpeculum ex vitro et plumbo. Quando ſuperfunditur plumbum vitro calido — efficitur altera pars terminatum valde radioſum; und der Biſchoff von Canterbury Johann Peccam führet in ſeiner im dreyzehnten Jahrhunderte geſchriebenen perſpectiua communis beſonders an, daß man auch Spiegel aus Eiſen und Stahl verfertigen könne, welche alſo damahls nicht ſo ſehr mehr im Gebrauche geweſen ſeyn müſſen. Die gemeinſten Spiegel wurden noch lange Zeit darnach ſo verfertiget, daß man in die noch weiche Glasblaſe Harz oder Colophonium warf, ſogleich ein Gemiſch von Bley und Spießglanz hineinwarf, und darauf die Glasblaſe herumſchwenkte, und zu kleinen Spiegeln zerſchnitt. Die Belegung des Glaſes mit Zinnfolie und Queckſilber ſoll erſt im 14ten Jahrhunderte bekannt geworden ſeyn, obgleich den Alten das Amalgama nicht unbekannt war, ſo wie ſie auch wußten, daß ſich das Queckſilber am beſten in gläſern Geſchirren aufbehalten ließ, wobey das Glas, in welchem dieſes Metall ſich befand, den ſchönſten Spiegel abgeben mußte. Die Kunſt, Glastafeln zu Spiegeln zu gießen, iſt im Jahre 1688 von Abraham Thewart in Frankreich erfunden worden. Seit der Erfindung der Spiegelteleſkope hat man doch lieber wieder Metallſpiegel zu gebrauchen

*) Hiſtor. natural. lib. XXXVI. cap. 26.

gebrauchen angefangen, welche vor allen andern ſehr viele Vorzüge haben. M. ſ. Spiegelteleſkop.

Der erhabene Spiegel oder Converſpiegel (ſpeculum convexum, miroir convexe) heißt derjenige, bey welchem die erhabene Seite die Spiegelfläche abgibt. Die Krümmung eines ſolchen Spiegels kann ſphäriſch, elliptiſch, hyperboliſch, paraboliſch u. ſ. f. ſeyn. Gewöhnlich werden nur ſphäriſche erhabene Spiegel oder Kugelſpiegel gebrauchet. Nach **Wolf** [α]) werden ſie am leichteſten alſo verfertiget, wenn man ein ſehr flüſſiges Amalgama von Queckſilber, Zinn und Wismuth in eine dünne hohle Glaskugel gießt, und dieß nach allen Stellen der innern hohlen Fläche hinlaufen läßt.

Alle diejenigen Strahlen, welche auf einen Converſpiegel unter ſich parallel auffallen, werden von demſelben aus einander fahrend zurückgeworfen. Dieſe Spiegel geben alſo der Sonne ausgeſetzet eine weite ausgebreitete aber ſehr ſchwache Erleuchtung.

Ueber die Stelle der Bilder, welche von Gegenſtänden in Converſpiegeln geſehen werden, hat man zweyerley Grundſätze. Nach **Euklides** Dioptrik hat nämlich das Bild eines leuchtenden Punktes ſeine Stelle da, wo der vom Spiegel reflektirte Strahl die vom ſichtbaren Punkte auf die Spiegelfläche gezogene ſenkrechte Linie ſchneidet; **Barrow** hingegen nimmt dieſen Ort in der Spitze des von den zurückgeworfenen Strahlen gebildeten Kegels an. **Käſtner** [β]) hat gewieſen, daß es in ſphäriſchen Spiegeln, wenn gleich die Lage des ſichtbaren Punktes beſtimmt iſt, dennoch eigentlich kein Bild für dieſen Punkt gibt; inzwiſchen kann man ſich doch relative Stellen gedenken, wo die reflektirten Strahlen gehörig verlängert am nächſten zuſammen kommen, und man irrt wenigſtens nicht ſehr, wenn man annimmt, daß die Stellen in der von dem leuchtenden Punkte auf die Spiegelfläche

α) Elementa catoptricae. Cap. III. §. 140.

β) De obiecti in ſpeculo ſphaerico viſi magnitudine apparente. Comment. Nov. Goetting. Tom. VIII. 1777.

gelfläche gezogenen ſenkrechten Linie liegen, welches alſo hier die Linie wäre, welche nach dem Mittelpunkte des Kugelſpiegels gehet.

Dieſer Vorausſetzung zu Folge ſey (fig. 92.) h e d ein Segment eines Kugelſpiegels, welches mit einer Ebene durch den Mittelpunkt c ſo geſchnitten iſt, daß in ſelbiger zugleich die Reflexionsebene liegt. Wenn alſo a b ein vor dem Kugelſpiegel liegendes Objekt vorſtellet, von deſſen Endpunkten a und b die Linien a c und b c auf dem Spiegel ſenkrecht ſtehen, mithin nach dem Mittelpunkte c gehen, ſo werden die von dem Punkte a gegen die Spiegelfläche aus einander fahrenden Strahlen a e und a f nach der Reflexion noch mehr aus einander fahrend, faſt ſo, als ob ſie von einem nähern Punkte m der ſenkrechten Linie a c herkämen. Ein Auge in o alſo, welches dieſe Strahlen auffängt, wird das Bild von a ungefähr in m ſehen; und eben ſo wird auch das Bild des andern Punktes b hinter dem Spiegel in dem Perpendikel n erſcheinen. Es liegt alſo das Bild m n des Gegenſtandes a b hinter dem Spiegel aufrecht aber verkleinert, und der Spiegelfläche näher, als das Objekt vor der Spiegelfläche. Je weiter aber a b von der Spiegelfläche ſich entfernet, deſto näher ruckt ſein Bild dem Mittelpunkte der Kugel, folglich wird es auch deſto kleiner. Ueberdem verkleinern auch ſolche Spiegel deſto mehr, je kleiner ihr Halbmeſſer iſt.

Man kann ſich von dieſer Wirkung der erhabenen Kugelſpiegel ſehr leicht überzeugen, wenn man Objekte gegen kugelähnlich geformte und auf ihrer Oberfläche ſtark polirte Sachen hält; ihre Bilder werden nahe hinter der Spiegelfläche zu liegen ſcheinen, jedoch aber beſonders gegen den Rand des Spiegels zu etwas verzerrt und unregelmäßig ausſehen.

Wenn man des **Euklides** Grundſatz für den Ort des Bildes in den convexen Kugelſpiegeln als richtig annimmt, ſo ſcheint es Fälle zu geben, in welchen das Bild auf der Spiegelfläche ſelbſt, ja ſogar außerhalb derſelben erſcheinen müſſe, wenn nämlich der Winkel der ſenkrechten Linie a c mit dem

Halbmeſſer ce nach dem Einfallspunkte e gezogen dem doppelten Winkel des einfallenden Strahles ae mit der Spiegelfläche gleich, oder noch größer iſt, oder wenn ace = 2aeg, oder gar größer als 2aeg iſt. **Wolff** *) verſichert, das Bild eines Gegenſtandes wirklich außerhalb der Kugelfläche beobachtet zu haben. Er hielt ein Stück glänzenden Silberdrath ſehr nahe und ſchief an die Fläche eines ſolchen Spiegels, und ſahe das Bild den Drath ſelbſt berühren, obgleich der Drath den Spiegel nicht berührte. Allein die Verſuche hierüber ſind doch immer noch ſehr vielen Zweifeln unterworfen, ſo daß ſie nichts beſtimmtes und gewiſſes entſcheiden. Ueberdem iſt noch zu bemerken, daß in dieſen Fällen das Bild nicht auf oder vor der Vorderfläche des Spiegels erſcheinen kann, ſondern die Meinung iſt bloß, daß es an der vom Auge abgewendeten Seite der Kugelſpiegel erſcheine, z. B. dem Auge o in der fig. 92. bey h. Nimmt man hingegen **Barrow's** Grundſatz als wahr, ſo werden hiernach jederzeit alle Bilder innerhalb des Spiegels erſcheinen müſſen.

Nach **Euklid's** Grundſatze muß das Bild einer jeden geraden Linie, welche auf der Spiegelfläche ſenkrecht iſt, auch im Spiegel als eine gerade Linie geſehen werden, weil alle Punkte von ihm in einerley ſenkrechten Linie auf die Spiegelfläche, nämlich in die Verlängerung der abgebildeten Linie ſelbſt, fallen. Nach **Barrow's** Grundſatz hingegen erhält das Bild von jeder Seite betrachtet eine Krümmung. Die Erfahrung beſtimmt aber auch hier nichts Entſcheidendes. Uebrigens kommen beyde Theorien darin überein, daß das Bild einer ſolchen geraden Linie, wenn ſie auch unendlich lang wäre, doch nicht länger, als die Hälfte des Halbmeſſers des Spiegels erſcheinen könne. Daher ſieht man in erhabenen Kugelſpiegeln kein Bild hinter der Fläche weiter entfernet, als um die Hälfte ſeines Halbmeſſers.

Hohl-

*) Elementa catoptricae. §. 168.

Hohlſpiegel (ſpeculum concauum, miroir concave) heißt derjenige, deſſen Spiegelfläche die hohle Krümmung des Spiegels ausmacht. Nachdem nun dieſe hohle Krümmung eine Kugelfläche oder die Fläche eines Paraboloids iſt, nachdem iſt auch der Spiegel ein ſphäriſcher Hohlſpiegel, ein hohler Kugelſpiegel, oder ein paraboliſcher Spiegel.

Spiegel, hohler ſphäriſcher, ſphäriſcher Hohlſpiegel, Kugelſpiegel, hohler (ſpeculum concauum ſphaericum).

Man ſtelle ſich vor, es ſey ein ſphäriſcher Hohlſpiegel (fig. 93.) mit einer Ebene ſo geſchnitten, daß ſie durch den Mittelpunkt c gehet, ſo wird der Bogen b a g ein Durchſchnitt des Spiegels ſeyn, welcher in der ſchneidenden Ebene liegt, und der Halbmeſſer c a eine zu dem Spiegel gehörige Are. Ein Lichtſtrahl e b falle auf die hohle Spiegelfläche b a g mit der Are c a parallel, welcher mit dem Halbmeſſer b c den Einfallswinkel $m = x$ macht; er wird alſo unter eben dem Winkel $m = x = n$ ſo reflektiret, daß er die Are a c in d ſchneidet. Weil alſo auf ſolche Art das Dreyeck b d c wegen dergleichen Winkel $n = x$ gleichſchenklicht iſt, ſo ſind auch die Seiten c d und d b einander gleich. Aus dem gegebenen Halbmeſſer $cb = ca = \varrho$, und dem Einfallswinkel $m = x$ findet man daher ſehr leicht die Stelle d, wo der zurückgeworfene Strahl b d die Are a c ſchneidet. Fällt man nämlich aus d auf b c das Loth d k, ſo iſt, für den Sinus totus $= 1$, $kc = dc\,.\,\text{coſ.}\,x = dc\,.\,\text{coſ.}\,m =$

$$\tfrac{1}{2}\varrho,\ \text{ſolglich}\ dc = \frac{\varrho}{2\,.\,\text{coſ.}\,m} = \tfrac{1}{2}\varrho\,.\,\text{ſec.}\,m.$$

Derjenige Strahl, welcher in der Are c a einfällt, trifft den Spiegel in a ſenkrecht, und wird daher in ſich ſelbſt wieder zurückgeworfen. Ein anderer Strahl i h, welcher der Are c a ſehr nahe liegt, treffe die Spiegelfläche in h, ſo daß der Bogen a h unendlich klein iſt, ſo wird nun die Secante $m = 1$, und der Strahl ſchneidet nach der Reflexion

die

die Axe a c in dem Punkte f, welcher von c um $\frac{1}{2}\varrho = \frac{1}{2}$ a c entfernet iſt.

Wenn die Breite des Spiegels oder der Bogen a b, welcher jederzeit als das Maß des Winkels $x = m$ zu betrachten iſt, $= 16°$, ſo wird der letzte Parallelſtrahl e b nach der Zurückwerfung die Axe in d ſchneiden, und daher $cd = \frac{1}{2}\varrho . \sec. 16° = \frac{1}{2}\varrho . 1,04 - = 0,52 - \varrho$ ſeyn. Alle übrige zwiſchen a b einfallende Parallelſtrahlen ſchneiden daher nach der Zurückwerfung die Axe a c zwiſchen d f, wo $df = 0,52 - \varrho - 0,5 . \varrho = 0,02 - \varrho$ oder $\frac{1}{50}$ des Halbmeſſers beträgt.

Ueberhaupt beträgt die Größe $fd = cd - cf = \frac{1}{2}\varrho . \sec. x - \frac{1}{2}\varrho = \frac{1}{2}\varrho (\sec. x - 1)$, mithin für die Breiten $3°, 6°, 9°, 15° = \varrho$ multipliciret mit 0,00086; 0,000275; 0,000623; 0,01763 $= \frac{1}{1470}, \frac{1}{363}, \frac{1}{16}, \frac{1}{57}$ des Halbmeſſers.

Hieraus erhellet nun, daß alle auf einen hohlen Kugelſpiegel parallel einfallenden Strahlen nach der Reflexion in einem Raume f d zuſammenkommen, welcher einen deſto kleinern Theil des Halbmeſſers beträgt, je geringer die Breite des Spiegels iſt. Der Punkt f iſt vom Spiegel um die Hälfte des Halbmeſſers entfernet. Diejenigen Strahlen, welche nahe an der Axe einfallen, kommen nach der Zurückwerfung ſehr nahe bey f zuſammen, die aber weiter ab von der Axe auf die Spiegelfläche kommen, ſchneiden die Axe a c weiter von dem Punkte f gegen a zu, und die 60° abſtehenden treffen gerade die Stelle a. Auch werden die Unterſchiede der Räume f d, in welchen die reflektirten Strahlen die Axe ſchneiden, deſto kleiner, je näher die einfallenden Strahlen der Axe liegen, d. h. je näher ſie nach der Reflexion dem Punkte f in der Axe a c kommen; oder die Dichtigkeit der Strahlen wird in der Gegend von f am größten.

Wenn daher die Axe eines Hohlſpiegels gegen den Mittelpunkt der Sonne gerichtet iſt, ſo erhalten die einfallenden Sonnenſtrahlen eben wegen ihrer ſtarken Verdichtung um f ein Vermögen, brennbare Körper zu entzünden. Dieſer-

wegen heißt auch der Raum um f der Brennraum, deſſen Mittelpunkt f der Brennpunkt und af die Brennweite des Spiegels iſt. Dieſe Brennweite iſt alſo bey hohlen Kugelſpiegeln der Hälfte des Halbmeſſers oder dem vierten Theile des Durchmeſſers gleich. Porta [α]) hat dieſen Satz zuerſt angegeben. Beſitzet der hohle Kugelſpiegel keine zu große Breite, ſo läßt ſich annehmen, alle von einem Punkte der Sonne einfallende Strahlen ſammleten ſich nach der Reflexion in einem engen Raume, dem Brennraume, bey f, obgleich jederzeit, der Spiegel mag ſo klein ſeyn als man will, eine gewiſſe Abweichung der Strahlen wegen der Kugelgeſtalt Statt findet, wie aus dem vorhergehenden erhellet. Die Größe dieſer Abweichung kommt auf die Größe des Raums fd an, und läßt ſich daraus durch Rechnung ableiten, wovon mathematiſche Schriften weitern Unterricht ertheilen müſſen. Herr Käſtner [β]) hat berechnet, daß bey einem hohlen Kugelſpiegel von 8° Breite das Licht in einem nahe am Brennpunkte liegenden Kreiſe 170590 Mahl dichter zuſammengebracht wird, als beym Einfallen, woſern keine Strahlen durch die Reflexion verloren gehen.

Wenn gar keine Abweichung der Strahlen wegen der Kugelgeſtalt Statt fände, ſo würde in f ein deutliches Bild der Sonne zuwege gebracht. Allein durch die Abweichung wird nicht allein die Deutlichkeit des Sonnenbildes in f vermindert, ſondern es wird auch dadurch verurſachet, daß zwiſchen f und d eine ununterbrochene Reihe von Sonnenbildern entſtehet, welche verſchiedene Größen beſitzen, und den Brennraum zu einem körperlichen Raume ausdehnen, deſſen auf dem Spiegel lothrechte Durchſchnitte von Brennlinien begrenzt werden. Bey den gewöhnlichen nicht ſehr breiten hohlen Kugelſpiegeln kann man jedoch die Abweichung gar wohl weglaſſen, wenn man ihre Erſcheinungen überhaupt erklären will.

Wenn

α) De refractione p. 39.
β) Smiths Lehrbegriff der Optik, S. 81 u. f.

Wenn von f aus Strahlen auf die hohle Kugelfläche fallen, ſo werden ſie dergeſtalt reflektirt, daß ſie nachher unter ſich gleichlaufend ſind. So ſendet der hohle Spiegel das Licht von einer in f befindlichen Lampe parallel in unendlichen Entfernungen fort.

Die Eigenſchaft der Hohlſpiegel, brennbare Subſtanzen zu entzünden, iſt den Alten ſchon bekannt geweſen, wie aus der Katoptrik erhellet, die man dem Euklides zuſchreibet. Es wird darin ausdrücklich geſaget, daß die Hohlſpiegel die zündende Eigenſchaft beſäßen, wiewohl der Brennpunkt ganz unrichtig in den Mittelpunkt der Kugelfläche geſetzet wird. Ob man aber einen wirklichen Gebrauch davon gemacht habe, iſt unbekannt; denn das Vorgeben, daß Archimed durch Brennſpiegel Schiffe in Brand geſteckt haben ſoll, iſt vielen Zweifeln unterworfen. M. ſ. **Brennſpiegel.** Mehr enthält dieſe Catoptrik von den in den Hohlſpiegeln erſcheinenden Bildern. Daß man über die Beſtimmung der Stelle der Bilder in ſphäriſchen Spiegeln zwey Grundſätze aufgeſtellet hat, iſt bereits bey den erhabenen Kugelſpiegeln bemerket worden. So gewiß es aber auch nach Herrn **Käſtner** iſt, daß es für ſphäriſche Spiegel gar keinen Punkt gibt, von dem die von einerley Punkte des Objektes ins Auge fallenden Strahlen herkämen, ſo kann man doch annehmen, daß auch bey den ſphäriſchen Spiegeln die von dem ſichtbaren Punkte auf die Spiegelfläche ſenkrecht gezogene Linie, denjenigen Ort enthalte, um welchen die Zerſtreuungspunkte der zurückgeworfenen Strahlen am dichteſten beyſammen liegen, wohin man alſo den Ort des Bildes ohne große Fehler ſetzen kann.

Es ſey alſo dieſer Vorausſetzung gemäß (fig. 94.) af ein Schnitt des Spiegels in der Ebene, wo die Zurückwerfung geſchiehet, c der Mittelpunkt des Spiegels und f der Brennpunkt deſſelben. Zwiſchen dem Brennpunkte und dem Spiegel befinde ſich das Objekt qp, von deſſen Endpunkten die ſenkrechten Linien cpl und cqk gezogen werden. Die von den Punkten p und q auf die Spiegelfläche

auffallenden Strahlen p b, pd und q e, q g, werden nach der Reflexion weniger aus einander fahrend, gerade als ob ſie aus den entlegenen Punkten l und k in den ſenkrechten Linien l c und k c herkämen. So wird alſo dem Auge o, welches die zurückgeworſenen Strahlen auffängt, das Bild von p ungefähr um l, und das Bild von q etwa um k zu liegen ſcheinen. Daher erſcheinet der Gegenſtand p q hinter der Spiegelfläche aufrecht und vergrößert. Je näher das Objekt dem Brennpunkte f liegt, deſto weniger aus einander fahrend werden die zurückgeworfenen Strahlen, deſto weiter fallen alſo die Vereinigungspunkte i und k hinter der Spiegelfläche hinaus, und deſto ſtärker wird die Vergrößerung. Käme p q in den Brennpunkt f ſelbſt, ſo werden nun alle von p auf die Spiegelfläche auffallenden Strahlen nach der Reflexion unter ſich und mit p c parallel gehen; mithin gibt es nun keinen Durchſchnittspunkt mehr, und die reflektirten Strahlen bilden keinen Lichtkegel, ſondern Lichtcylinder; mithin kann kein Bild von p zuwege gebracht werden. Das nämliche gilt auch von dem Punkte q, und überhaupt von allen übrigen Punkten des Objektes, welcher folglich in dieſem Falle im Spiegel gar nicht geſehen werden kann.

Wenn das Objekt (fig. 95.) p q über dem Brennpunkte f hinausliegt, ſo werden die Strahlen q a und q b nach der Reflexion zuſammengehend, durchkreuzen ſich in dem Punkte k der ſenkrechten q c d, und kommen in dem Falle, welchen die Figur vorſtellt, erſt nach dem Durchkreuzen ins Auge, daher dieß das Bild von q in k ſehen müßte. Eben ſo müßte auch das Bild von p dem Auge in l erſcheinen, und daher das Bild k l von p q verkehrt in der Luft ſchwebend ſich darſtellen. Daher nennt man es auch ein **Luftbild.** Hierbey ſind aber drey Fälle zu unterſcheiden: 1) wenn das Objekt p q (fig. 96.) zwiſchen dem Brennpunkte f und dem Mittelpunkte c ſeine Stelle hat, ſo iſt die ſenkrechte Linie durch q die Linie k c q d, der Strahl q a wird nach a k reflektirt, ſchneidet daſelbſt die ſenkrechte, und verurſachet in k das Bild von q; eben ſo wird auch l das Bild

von

von p; mithin bildet ſich das Objekt p q im k l noch vor demſelben vergrößert und verkehrt ab. 2) Wenn das Objekt im Mittelpunkte c ſelbſt befindlich iſt, wie c b; hier erhält die ſenkrechte durch b gehende Linie auf dem Spiegel die Lage b c ſelbſt, und das Bild von b fällt in e, wo der reflektirte Strahl a e die Verlängerung von b c ſchneidet. Weil hier c b = c e iſt, ſo iſt in dieſem Falle das Luftbild zwar verkehrt, aber eben ſo groß als das Objekt, und ſollte dieſes zu berühren ſcheinen. 3) Wenn das Objekt über dem Mittelpunkt hinaus lieget, wie es die fig. 95. vorſtellet, ſo ſchwebt das Luftbild näher vor dem Spiegel, und iſt kleiner als das Objekt.

In Anſehung der Größe und der verkehrten Lage ſtimmt zwar die Erfahrung mit dieſen Sätzen völlig überein, allein in Rückſicht der ſcheinbaren Stellen der Luftbilder findet zwiſchen drey Fällen wenig Unterſchied Statt, die Bilder ſcheinen ein Mahl wie das andere Mahl gleichſam auf der Spiegelfläche zu ſchweben; ja man ſieht ſie ſogar, wenn das Auge die Bilder k und l hinter ſich hat. Dieß iſt in der That ein wichtiger Einwurf gegen die Theorie, deſſen Stärke auch **Barrow** gefühlet hat. Wie man dieſe Schwierigkeit zu heben geſuchet hat, iſt unter dem Artikel, **Bild**, angeführet worden. Für uns iſt der Anblick der Luftbilder eine ungewöhnliche Art des Sehens; wir bringen daher das Luftbild ſelbſt auf die Spiegelfläche, indem wir zwiſchen dem Bilde und dem Spiegel nichts gewahr werden, was in uns einen Begriff von Entfernung erregen könnte, daher wir eigentlich falſch ſehen. In dem Falle das Bild erſt hinter das Auge fiel, wird dieſes von dem Gegenſtande zuſammenfahrende Strahlen auffangen und das Bild jederzeit undeutlich ſehen, und es wird, wenn es ſelbiges genau betrachten will, eine ſchmerzhafte Anſtrengung fühlen. Gleichwohl liegt aber in dem gemachten Einwurfe ſo viel wahres, daß die ſcheinbare Stelle geſehener Punkte nicht von der Spitze des Kegels der Geſichtsſtrahlen allein, ſon-

dern auch von andern Umſtänden abhängt. M. ſ. Entfernung, ſcheinbare.

Ein gewiſſer Arzt in Kaufbeuern, Johann Georg Brengger, hatte in einem Briefe an Keplern α) vom 22ten Dec 1604 datirt den Gedanken geäußert, daß die Stelle des Bildes in der aus dem leuchtenden Punkte auf die Ebene, welche die Spiegelfläche im Zurückſtrahlungspunkte berühret, ſenkrecht gezogenen Linie liege. Dieſer Beſtimmung gab auch d'Alembert β) vor der alten gewöhnlichen den Vorzug. Allein Kepler antwortete darauf ſehr richtig, es komme hierbey nicht auf eine, ſondern auf mehrere Zurückwerfungen, nämlich auf die Vereinigungspunkte mehrerer zurückgeworfener Strahlen an. D'Alembert beſchließet auch ſeine Unterſuchungen damit, daß es gar keinen allgemeinen Grundſatz über die ſcheinbare Stelle der Bilder gäbe.

Deutlicher laſſen ſich die Luftbilder bemerken, wenn man zwiſchen der Stelle des Bildes und der Spiegelfläche etwas bringt, wodurch man eine lebhaftere Empfindung einer Entfernung vom Spiegel erhält. Wenn man z. B. einen Gegenſtand gegen die Spiegelfläche beweget, ſo ſcheinet aus ſelbiger ein anderer Gegenſtand hervor zu kommen, und jenen zu berühren.

Paraboliſcher Spiegel (ſpeculum parabolicum, miroir parabolique).

Wenn ſich eine Parabel (fig. 97.) abm um ihre Axe bc drehet, ſo beſchreibet ſie ein Stück der Oberfläche eines Paraboloids, und die dadurch entſtandene innere hohle Fläche wird gehörig polirt einen paraboliſchen Spiegel abgeben. Schneidet man einen ſolchen Spiegel mit einer Ebene, die durch die Axe bc gehet, ſo wird man dadurch eine einzige Parabel bekommen, der Schnitt mag geſchehen wo man will, wenn er nur durch die Axe bc gehet.

Die

α) Epiſtolae ad *Keplerum* ſcriptae a Hanſcio ed. Lipſ. 1718. fol. ep. CLI. p. 223.

β) Opuſcules mathemat. Tom. I. p. 275.

Die höhere Geometrie lehret, daß eine jede gerade Linie, welche mit der Axe parallel gehet, die Parabel ſo trifft, daß ſie mit derſelben oder mit dem durch den Punkt a gezogenen Tangente einen Winkel macht, der jederzeit dem Winkel f a b gleich iſt, welcher nämlich entſtehet, wenn von dem Punkte a nach einem gewiſſen in der Axe der Parabel liegenden Punkte f eine gerade Linie gezogen wird. Dieſer Punkt f iſt vom Scheitelpunkte b um den vierten Theil der ſenkrechten Breite d m der Parabel bey f entfernet, oder es iſt $bf = \frac{1}{4} dm$. Wären demnach e a mit der Axe b c parallele Lichtſtrahlen, ſo werden alle dieſe nach der Reflexion auf der Spiegelfläche in dem Punkte f vereiniget. Richtet man alſo die Axe eines paraboliſchen Spiegels gegen den Mittelpunkt der ſcheinbaren Sonnenſcheibe, ſo fallen aus dem Mittelpunkte derſelben lauter Parallelſtrahlen auf die Spiegelfläche, die ſich folglich nach der Reflexion in dem Punkte f vereinigen. Aus den übrigen Punkten der Sonne fallen zwar auch Parallelſtrahlen auf die Spiegelfläche, ſie ſchneiden aber die Axe b c unter Winkel, und vereinigen ſich daher nicht in dem Punkte f; weil aber dieſe Winkel ſehr klein ſind, ſo liegen auch ihre Vereinigungspunkte nicht ſehr weit rund herum von dem Punkte f entfernet. Die Sonnenſtrahlen machen folglich alle zuſammen ein ſehr kleines Sonnenbild bey f, und haben wegen ihrer außerordentlichen Verdichtung die Eigenſchaft, verbrennliche Körper daſelbſt zu entzünden, und ſogar andere, ſonſt feuerbeſtändige, in Dampf aufzulöſen. Aus dieſer Urſache wird das bey f entſtandene Sonnenbild der **Brennraum**, und ſein Mittelpunkt f der **Brennpunkt** genannt, ſo wie überhaupt der Punkt f der **Brennpunkt** einer jeden Parabel, wie a b m, heißt.

Weil bey den paraboliſchen Spiegeln alle von einem unendlich weit entlegenen leuchtenden Punkte herkommende Strahlen nach der Reflexion auf der Spiegelfläche genau in einem einzigen Punkte wieder vereiniget werden, ſo findet auch bey dieſen Spiegeln gar keine Abweichung der

Strahlen wegen der Kugelgeſtalt Statt (m. ſ. Abweichung.), folglich müſſen ſolche Spiegel nicht allein ſtärker brennen, als die gewöhnlichen ſphäriſchen Hohlſpiegel, ſondern ſie müſſen auch ein vollkommen genaues Bild eines entfernten Gegenſtandes zuwege bringen.

Den Alten waren ſowohl die angeführten Eigenſchaften der Parabel, als auch die paraboliſchen Brennſpiegel bekannt. Daher iſt Porta [α]) der Meinung, die Alten hätten ſich der paraboliſchen Metallſpiegel zum Zünden bedienet. M. ſ. Brennſpiegel. Allein es iſt dieſes ſehr unwahrſcheinlich, weil die Brennweite ſolcher Spiegel ſehr gering iſt, und die Mittel ihnen unbekannt waren, denſelben eine paraboliſche Geſtalt zu geben.

Vor der Erfindung der Spiegelteleſkope hat man ſich in den neuern Zeiten nicht ſonderlich darum bemühet, paraboliſche Spiegel zu verfertigen; man ſprach mehr davon, als man wirklich an ihre Verfertigung dachte, und zum Zünden waren die gewöhnlichen ſphäriſchen Hohlſpiegel und Brenngläſer in den meiſten Fällen hinreichend genug. Inzwiſchen führet der P. Franz Tertius de Lanis [β]) einen ſolchen paraboliſchen Spiegel an, und ſchlägt ihn zum Gebrauche in chemiſchen Operationen vor.

Höſe, ein gewiſſer Künſtler in Dresden, gab ſich außerordentliche Mühe paraboliſche Brennſpiegel von beträchtlicher Größe zu verfertigen, von welchen D. Hoffmann Nachricht gibt [γ]). Auch hat Höſe ſelbſt eine Beſchreibung davon ertheilt [δ]). Sie waren nach einer gewiſſen paraboliſchen Lehre aus ſtarken meſſingenen Blechtafeln zuſammengefüget, und die Richtigkeit ihrer Geſtalt ward durch gemeſſene Diſtanzen ihrer Punkte und Vergleichung mit den Rechnungen geprüft. Er hatte einige von 2 Ellen, einen von 2½ Ellen und einen von 4 Ellen in der Höhe zu Stande

α) Magia naturalis. Lib. XVII. cap. 14. 15.

β) Acta eruditor. Lipſ. 1688. p. 38.

γ) Hamburg. Magazin, B. V. S. 269. B. XIV. S. 563. B. XVI. S. 313.

δ) Nachricht von paraboliſchen Brennſpiegeln. Dresden 1755. 4.

Stande gebracht, deren Brennweiten nach der Ordnung 20, 22, 48 Zolle waren. Mit dem mittleren ſchmolz er einen Heſſiſchen Schmelztiegel binnen 2 Sekunden zu einem grauſchwarzen Glaſe, welche Wirkung er ſelbſt bey einer zehnzölligen Finſterniß der Sonne im Jahre 1748 in etlichen Sekunden mittelſt dieſes Spiegels zuwege brachte. Dieſe Hößiſchen Brennſpiegel übertreffen alſo bey weitem den Tſchirnhauſiſchen in der Geſchwindigkeit der Wirkung.

Nachdem die Spiegelteleſkope erfunden wurden, fand man gar bald, daß die gewöhnlichen ſphäriſchen Hohlſpiegel wegen der Abweichung der Lichtſtrahlen wegen der Kugelgeſtalt nicht ſehr gut zu gebrauchen waren, indem man ſich genöthiget ſah, ihnen dieſerwegen ſehr kleine Oeffnungen zu geben. Man war alſo gezwungen, um dieſe Abweichung zu entfernen, mehr auf Verfertigung paraboliſcher Spiegel zu denken. Auch ging Gregory's Abſicht bey ſeinem Vorſchlage eines Spiegelteleſkopes auf einen paraboliſchen und elliptiſchen Spiegel. Allein da er keinen ſolchen Spiegel erhalten konnte, ſo gab er aus Unwillen den Gedanken, dergleichen Teleſkope in Gang zu bringen, gänzlich auf. Auch Newton begnügte ſich aus eben dem Grunde mit ſphäriſchen Hohlſpiegeln, ſo wie Halley, welcher um das Jahr 1726 die erſten guten Teleſkope dieſer Art verfertigte.

Einige Jahre darauf machte aber Schort weit vollkommenere Spiegelteleſkope, indem er den hierzu gebrauchten Spiegeln eine ſolche Krümmung zu geben wußte, daß ſie eine weit größere Oeffnung, als andere, erhalten konnten. Dieſe Spiegel ſcheinen daher eine paraboliſche Geſtalt gehabt zu haben *). Inzwiſchen hat ſich dieſer Künſtler, welcher ſich anfänglich in Schottland aufhielt, nachher aber nach England ſich begab, bey Verfertigung ſolcher Spiegel, nach keinen gewiſſen beſtimmten Regeln gerichtet. Er war bloß zufälliger Weiſe glücklich, eine ſolche Geſtalt zu wählen, welche beym Gebrauche eine ſo gute Wirkung thaten,

*) Euleri dioptr. Tom. II. p. 530.

thaten, ſo wie denn überhaupt die nachfolgenden Engliſchen Künſtler ſich ſolche Vortheile zu verſchaffen wußten. Dergleichen Vortheile beſtehen darin, daß man beym Schleifen ſich eine ſolche Fertigkeit erwirbt, daß der Spiegel in der Mitte eine ſtärkere Krümmung als an der Seite erhält, wodurch er wenigſtens der paraboliſchen Geſtalt genähert wird. Hiernächſt ſtellt man eine Probe mit einem ſolchen Spiegel im verfinſterten Zimmer an, indem man ihm ein Bild eines ſtark erleuchteten Gegenſtandes zurückwerfen läßt, da er alsdann durch Verbeſſerung endlich dahin gebracht werden kann, daß er ein vollkommen deutliches Bild zu Stande bringt.

Beym Smith [α]) findet man eine Anweiſung zu Verfertigung der Metallſpiegel von **Molineux** und **Halley**, worin angeführt wird, daß die Verfertiger ſolcher Spiegel ihnen dadurch eine paraboliſche Geſtalt gegeben hätten, daß ſie etwas mehr Schlamm auf den Wetzſteinen gelaſſen, oder daß ſie das Schleifen mit einer Art von epicykloidaliſcher Bewegung beendet hätten, mit welcher ſie die Mitte des Spiegels unweit des Umkreiſes der Wetzſteine etwa eine Minute lang herumführten.

Eine ſehr umſtändliche Beſchreibung der Methoden, dergleichen Spiegel zu verfertigen, hat **Mudge** [β]) angegeben. Er räth nämlich an, den Spiegel anfänglich genau ſphäriſch zu ſchleifen, und ihm die veränderte Geſtalt erſt beym Poliren zu geben. Dieſe Politur ſoll er nämlich zuerſt in der Mitte, oder um das durch ihn gebohrte Loch herum erhalten. Damit aber der Spiegel hierbey daſelbſt nicht ſogleich ſo ſcharf angegriffen werde, um ihm vor allen Dingen die ſphäriſche Geſtalt geben zu können, durchlöchert er die Polirſcheibe ſelbſt in der Mitte. Nachdem nun der Spiegel die ſphäriſche Form genau erhalten hat, verſtopft er nun das Loch in der Polirſcheibe mit einem Kork jedoch ſo, daß er nicht ganz bis

α) Lehrbegriff der Optik durch Käſtner, S. 278.

β) Philoſoph. tranſact. for 1777. Vol. LXVII. P. I. p. 296 f. überſ. in Leipz. Samml. zur Phyſ. und Naturg. B. II. St. 5. S. 584.

bis zu deren Oberfläche reicht, reiniget dieſe Oberfläche mit einem Schwamm, bringt den Spiegel, indem ſie noch feucht iſt, darauf, trägt mit dem Pinſel rund herum ſo viel Waſſer auf, als der hervorragende Rand der Scheibe Waſſer faſſen kann, gießt auch Waſſer in das Loch des Spiegels, und läßt dieß alles 2 bis 3 Stunden ſtehen, um eine genaue Berührung beyder Flächen und eine gleiche Wärme zu erhalten. Nunmehr zieht er den Kork heraus, läßt daß Waſſer ablaufen, und bewegt zuerſt den Spiegel ganz langſam in einem ſehr kleinen Kreiſe um den Mittelpunkt der Polirſcheibe; hiernächſt macht er allmählig Kreiſe von größerm Durchmeſſer, und dreht dabey den Spiegel beſtändig um ſeine Axe, jedoch ohne weitern Druck, als den der Spiegel durch ſein eigenes Gewicht gibt. Auf dieſe Weiſe fährt er etwa 2 Minuten lang fort, verändert dabey immer ſeine Stellung gegen den Block, worauf die Polirſcheibe feſte iſt, und führt die Kreiſe mit immer vergrößertem Durchmeſſer ſo weit, bis der Rand des Spiegels etwa gegen $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{8}$ Zoll über den Rand der Scheibe hinaus gehet. Hierbey wird nun die ſtärkere Krümmung in der Mitte durch die anfänglich engen, und nachher immer weiter geöffneten Kreiſe des Streichens hervorgebracht. **Mudge** macht ſeine Probe ſo, daß er den Spiegel in das Teleſkop, für welches er beſtimmt iſt, ſtellet, mit dem andern Spiegel in gehörige Verbindung bringt, und dadurch einen nicht ſehr entfernten Gegenſtand auf eine gewiſſe vorgeſchriebene Art betrachtet.

Mudge verſichert, dieſe ſeine Methode ſey durch lange Erfahrung bewähret, und er habe Gründe genug, ſie mit der Schortiſchen, die nicht öffentlich bekannt geworden iſt, für einerley zu halten. Sein Verfahren iſt auf Spiegel von 4 Zoll Durchmeſſer eingerichtet, jedoch läßt es ſich auch auf etwas größere Durchmeſſer anwenden.

Unter allen aber hat es in Verfertigung ſehr großer paraboliſcher Spiegel Herr **Herſchel** am weiteſten gebracht. Die Fläche ſeiner Spiegel iſt ſo vollkommen paraboliſch, daß ſie ohne die geringſte Blendung gebrauchet werden können.

Seine Methode aber, wodurch er dieſe ſo vollkommen paraboliſche Geſtalt erhält, iſt unbekannt. Dennoch ſind die Herren **Schröter** in Lilienthal und **Schrader** in Kiel ſo glücklich geweſen, beträchtlich große Spiegel zu verfertigen, welche die genaueſte paraboliſche Form beſitzen. M. ſ. **Spiegelteleſkope.**

Uebrigens enthalten aber bey aller dieſer ſo großen Vollkommenheit die Spiegel doch noch einige Unregelmäßigkeiten in der Geſtalt, welches daraus erhellet, weil die meiſten newtoniſchen Spiegelteleſkope mehr Deutlichkeit gewähren, wenn dem großen Spiegel eine ſchräge Lage gegen die Axe der Röhre gegeben, der kleine ganz weggenommen, und der Okulareinſatz an der Oeffnung unmittelbar gegen den großen Spiegel gerichtet wird. Auf dieſe Art gebrauchte **Herſchel** ſeinen im Jahr 1783 zu Stande gebrachten 20füßigen Reflektor bey der Entdeckung der Uranustrabanten. Auch Herr **Schröter** verſuchte es, den Objektivſpiegel ſeines 7füßigen Teleſkops in geneigten Richtungen zu gebrauchen. Hatte er ihn bis zu 1° 50″ rückwärts geneigt, ſo wurde das Bild immer auffallender, ruhiger und deutlicher. Er verſuchte den kleinen Spiegel parallel nachzuſchrauben; allein dadurch verlor ſich die größere Deutlichkeit, und er mußte dieſen kleinen Spiegel wieder in ſeine vorige Lage zurück bringen. Hr. **Schröter** wählte unter verſchiedenen Neigungen ungefähr 1° 15′, wodurch die Deutlichkeit des Teleſkops ſehr viel gewann. Hierbey bleibt es aber auffallend, daß es bey einer ſo beträchtlichen Neigung das Bild vom großen Spiegel eben ſo, wie bey der genaueſten concentrirten Lage, mitten auf den kleinen Spiegel, nicht oberhalb über demſelben, zurückgeworfen wird. Ohne Zweifel liegt der Grund hiervon in einer Irregularität der Geſtalt des Spiegels. Indeſſen iſt der Vortheil bey einer gewiſſen Neigung gegen die Axe des Rohrs nicht unerheblich, weil bey ſtarker Vergrößerung dadurch ein viel deutlicheres und beſſer begrenztes Bild zu Stande gebracht wird.

M. ſ. **Prieſtley** Geſchichte der Optik durch **Klügel** an verſch. Stellen. **Käſtner** Anfangsgründe der Mathemat.

4te

4te Aufl. 1792. 8. Katoptrik. Karſten Anfangsgründe der mathematiſchen Wiſſenſchaften B. III. Greifsw. 1787. Photometrie. Abſchn. II u. f. Smiths Lehrbegriff der Optik durch Käſtner an verſch. Stellen. Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturg. B. V. St. 4. S. 72 f. B. VIII. St. 2. S. 90 f.

Spiegelkabinet, Spiegelkaſten (ciſtula catoptrica, boite catoptrique, caiſſe catoptrique, cabinet de glace). Unter dieſem Nahmen verſteht man überhaupt alle Räume, welche mit Wänden umſchloſſen, und in welchen mehrere Spiegel ſo angebracht ſind, daß dadurch eine Vervielfältigung der Bilder entſtehet. Die verſchloſſenen Räume können entweder große Zimmer oder Säle ſeyn, in welchen die Spiegel eine ſolche Stellung gegen einander haben, daß dadurch die Bilder vervielfältiget werden (Spiegelzimmer, Spiegelſäle), oder es können die Spiegel in einem beſonders dazu eingerichteten und leicht fortzubringenden Kaſten ſo geordnet ſeyn, daß eine Perſon, die von außen hineinſiehet, das Bild von einem Gegenſtande vervielfältiget wahrnimmt. Auch laſſen ſich Spiegel ſo mit einander verbinden, daß ſie unter jedem beliebigen Winkel gegen einander geſtellet werden können; ſo daß darin der Gegenſtand abermahls ein vervielfältigtes Bild zu Stande bringt (Spiegelbücher). Alles kommt hierbey auf eine gehörige Stellung zweyer oder mehrerer Planſpiegel gegen einander an.

Bringt man zwey Planſpiegel ſo zuſammen, daß ſie gegen einander unter einem Winkel, der kleiner als 180° iſt, geneigt ſind, ſo wird ein zwiſchen beyden Spiegeln geſtelltes Objekt in einem jeden Spiegel ein Bild zuwege bringen. Können alsdenn die von dem einen Spiegel zurückgeworfenen Strahlen wieder auf den andern fallen, ſo verurſachen ſie in dem andern Spiegel ein neues Bild. Können dieſe von dem andern Spiegel abermahls zurückgehenden Strahlen auf den erſten Spiegel fallen, ſo machen ſie wiederum ein Bild. Auf ſolche Art bewirken immer die von dem einen Spiegel reflektirten Strahlen in dem andern ein neues Bild, wenn nämlich die

die zurückgeworfenen Strahlen auf den andern fallen können. Es hängt bloß von der Lage der Spiegel gegen einander ab, wie viel Mahl die von jedem Spiegel reflektirten Strahlen auf den andern fallen, und ein neues Bild zu Stande bringen können.

Es ſeyen (fig. 98.) ab und ac zwey ebene Spiegel, welche unter dem Winkel bac gegen einander geneigt ſind, und o ſey ein leuchtender Punkt zwiſchen beyden Spiegeln. Man ziehe oe auf ac ſenkrecht, und mache ed = eo, ſo iſt d das erſte Bild von o hinter dem Spiegel ac. Von dieſem Bilde d als Objekt betrachtet gibt es nun hinter der Spiegelfläche ab ein Bild i, wenn man dm auf ab ſenkrecht ziehet, und dm = mi machet. Von dieſem Bilde i als Objekt gibt es wiederum in den Spiegel ac ein neues Bild k, wenn in auf nc ſenkrecht gezogen, und nk = ni gemacht wird. Weil nun k ſchon hinter die Spiegelfläche ab fällt, ſo kann es darauf kein Licht mehr werfen, und es iſt dieß demnach das letzte Bild, welches beyde Spiegel in dieſer Neigung gegen einander machen können. Hieraus kann man ſich demnach leicht überzeugen, daß alle dieſe Bilder in der Peripherie eines Kreiſes liegen, deſſen Halbmeſſer die Entfernung des ſtrahlenden Punktes o von beyder Spiegelflächen Durchſchnittslinie iſt.

Wenn der Neigungswinkel bac = α beyder Planſpiegel ab und ac gegen einander nebſt der Stelle des leuchtenden Punktes o zwiſchen beyden Spiegeln gegeben iſt, ſo laſſen ſich ſo wohl die Stellen der Bilder, als auch ihre Anzahl auf folgende Art finden. Man beſchreibet mit dem Halbmeſſer ao einen Kreis, und halbiret den Winkel bac = α. Nun betrachte man zuerſt diejenigen Bilder, welche mit dem Spiegel ac zuſammen gehören. Das Bild d iſt hinter dem Spiegel ac um de = eo entfernet; demnach hat man ead = eao = eap − oap = $\frac{1}{2}\alpha - \beta$ wenn der Winkel oap = β geſetzet wird. Das Bild d als leuchtender Punkt betrachtet verurſachet im zweyten Spiegel ab ein neues Bild i, und es iſt fai = fad = fac + ead = $\alpha + \frac{1}{2}\alpha - \beta$.

$\alpha - \beta$. Das Bild i bringt in dem Spiegel a c abermahls ein Bild in k zuwege, und man hat e a i = i a k = f a c + f a e = $\alpha + \alpha + \frac{1}{2}\alpha - \beta = 2\alpha + \frac{1}{2}\alpha - \beta$. Man ſieht nun leicht, daß überhaupt für das μte Bild die Stelle hinter dem Spiegel durch den Ausdruck $(\mu - 1)\alpha + \frac{1}{2}\alpha - \beta = (\mu - \frac{1}{2})\alpha - \beta$ beſtimmt wird. Dieſes Bild wird nun alle Mahl in dem andern Spiegel ein neues Bild zu Stande bringen, wenn $(\mu - \frac{1}{2})\alpha - \beta < 180° - \alpha$ bleibt. Hieraus findet man $(\mu - \frac{1}{2})\alpha + \alpha < 180° + \beta$, oder $(2\mu + 1)\alpha < 360° + 2\beta$, und $2\mu + 1 < \frac{360° + 2\beta}{\alpha}$. Setzt man alsdann diejenige von den ungeraden Zahlen, welche dem Quotienten $\frac{360° + 2\beta}{\alpha}$ am nächſten kömmt, $= \delta$, ſo hat man $\delta = 2\mu + 1$, alſo $\delta - 1 = 2\mu$ und $\mu = \frac{1}{2}(\delta - 1)$ für die Anzahl aller Bilder, wovon das letzte noch eins und zwar das letzte unter allen macht, mithin iſt die Anzahl aller Bilder, von welchen das erſte hinter den Spiegel a c fällt, $= \frac{1}{2}(\delta - 1) + 1 = \frac{1}{2}(\delta + 1)$.

Für den andern Spiegel a b iſt g das erſte Bild, und die Stelle deſſelben wird durch den Winkel f a g = f a o = $\frac{1}{2}\alpha + \beta$ beſtimmt. Dieſes Bild bringt in dem andern Spiegel a c ein neues Bild h zuwege, und es iſt h a e = e a f + f a g = $\alpha + \frac{1}{2}\alpha + \beta$. Demnach würde die Stelle für das μte Bild durch den Ausdruck $(\mu - 1)\alpha + \frac{1}{2}\alpha + \beta = (\mu - \frac{1}{2})\alpha + \beta$ beſtimmt. Dieſes μte Bild wird aber alsdann immer im entgegengeſetzten Spiegel ein neues Bild verurſachen, wenn $(\mu - \frac{1}{2})\alpha + \beta < 180° - \alpha$, mithin $2\mu + 1 < \frac{360° + 2\beta}{\alpha}$ iſt. Hieraus läßt ſich μ ebenfalls wie im vorigen Falle finden.

Je kleiner der Neigungswinkel beyder Spiegelflächen gegen einander iſt, deſto mehr muß ſich das Bild eines zwiſchen beyden befindlichen Objektes vervielfältigen. Das Bild eines ſolchen Objektes erſcheinet bey einem Neigungswinkel der Spiegel von

von	120 Graden	2 Mahl	
—	90 ——	3 —	
—	72 ——	4 —	
—	60 ——	5 —	
—	$51\frac{3}{7}$ ——	6 —	
—	45 ——	7 —	
—	40 ——	8 —	
—	36 ——	9 —	u. ſ. f.

es wird ſich alſo das Bild eines Objektes zwiſchen zweyen parallelen ebenen Spiegeln unzählige Mahl vervielfältigen.

Ob jemand, der die Spiegel vor ſich hat, alle oder nur einige von dieſen Bildern ſehen könne, das hängt von der Stelle, wo ſich das Auge befindet, und zugleich von der größern oder geringern Ausdehnung der Spiegel nach der Länge der Schenkel ab, ac ihres Neigungswinkels ab. Soll es alle Bilder ſehen können, ſo muß es ſich nothwendig in dem Theile des Raumes zwiſchen den Spiegeln befinden, welchen die Räume zwiſchen den Schenkeln der Winkel, die ſolche gerade Linien machen, welche von dem Bilde durch die Grenzen a und b und a und c der Spiegel laufen, mit einander gemein haben. Umſtändlichere Nachricht findet man in einer Abhandlung vom Herrn Käſtner [α]).

Wie man durch Verbindung zweyer und mehrerer ebener Spiegel mancherley angenehme optiſche Erſcheinungen zuwege bringen könne, lehren **Zahn** [β]), **Traber** [γ]), auch **Wolff** [δ]). Es wird hinreichend ſeyn, hiervon nur ein Paar anzuführen.

Man verfertiget ſich einen pappenen Kaſten in Geſtalt eines vielſeitigen ſenkrechten Priſma's, und theilet ſelbigen durch Diagonalwände, welche ſich alle in der Axe des Priſma ſchneiden, in ſo viele dreyeckte Zellen ab, als das Priſma Seitenflächen hat. Dieſe Diagonalwände überleget man auf

α) De multiplicatione imaginum ope duorum ſpeculorum, in diſſ. mathem. et phyſic. Altenb. 1771. p. 8 ſq.

β) Oculus artificialis telediopticus. fundam. III. ſyntagma V. Cap. IV.

γ) Neruus opticus, lib. II. cap. IV. V.

δ) Elementa catoptricae, §. 106 ſq.

auf beyden Seiten mit Spiegelglas, bohret in die Seitenflächen Löcher, durch welche man in die Zellen ſehen kann, bringt in jede Zelle einen einzelnen Gegenſtand, und bedeckt den Kaſten oben mit dünnem durchſichtigen Zeuge, damit das Licht durchgehe. Man erblickt alsdann durch jedes Loch einen Schauplatz eben ſo groß, als den ganzen Kaſten, welcher doch jedes Mahl mit andern Gegenſtänden erfüllt iſt.

Auch kann man in einem ſolchen Kaſten von der nämlichen Form, aber ohne Diagonalwände, die innern Seitenflächen allein mit Spiegelglas belegen, wovon man an den Löchern die Belegung abſchabt, um in das Innere ſehen zu können. Mitten in dem Kaſten wird ein einziges Objekt, z. B. eine Puppe, geſtellt. Sieht man nun durch ein Loch hinein, ſo erblickt man den Gegenſtand ungemein vervielfältiget. Weil parallel geſtellte Spiegel die größte Vervielfältigung der Bilder zuwege bringen, ſo dienen zu dergleichen Spiegelkaſten am beſten ſolche Polygone, deren zwey einander entgegengeſetzte Seitenflächen mit einander parallel gehen, wie z. B. das Sechseck, Achteck u. ſ.

Aus allen dieſen läßt ſich ſehr leicht die Einrichtung der Spiegelſäle erklären, in welchen eine Menge großer einander gegenüber geſtellter Spiegel die Bilder der in dieſen Sälen befindlichen Gegenſtände ins unendliche vervielfältigen.

Spiegelmikroſkop ſ. **Mikroſkop.**

Spiegelteleſkop, reflektirendes Teleſkop, Reflektor (teleſcopium catadioptricum ſ. reflectens, teleſcope cotoptrique ou catadioptrique, teleſcope de reflexion), heißt ein Fernrohr, welches ſtatt des Objektivglaſes einen Hohlſpiegel beſitzet. Unter dem Nahmen **Teleſkop** begreiſt man überhaupt nicht allein das gemeine Fernrohr, das bloß aus dioptriſchen Linſen beſteht, ſondern auch das Spiegelteleſkop. Gleich mit der Erfindung der Fernröhre belegte man auch dieſe mit dem Nahmen der Teleſkope. Seitdem aber die Spiegelteleſkope gemeiner geworden ſind, verſteht man doch unter dem allgemeinen

Ausdrucke Teleſkop mehr ein Spiegelteleſkop als ein Fernrohr. Es iſt nämlich immer gewöhnlich geweſen, diejenigen Fernröhre Teleſkope zu nennen, welche man für die vollkommenſten optiſchen Werkzeuge dieſer Art gehalten hat. Daraus erkläret es ſich, warum heutzutage die Spiegelteleſkope Vorzugsweiſe überhaupt Teleſkope genannt werden.

Herr Klügel α) bemerket, daß Abat in ſeinen amuſem. philoſoph. p. 381. eine Stelle aus des P. Zucchi, eines Italiäniſchen Jeſuiten, optica philoſophia. Lyon 1652. P. I. cap. 14. p. 126. anführe, wo dieſer erzähle, daß er im Jahre 1616 beym Nachdenken über die neuerfundenen Fernröhre auf den Gedanken gekommen ſey, ſtatt der gläſernen Objektive metallene Hohlſpiegel zu nehmen; auch habe er wirklich den Verſuch gemacht, und mit einem gut gearbeiteten Hohlſpiegel ein Hohlglas als Okular verbunden, womit er Gegenſtände auf der Erde und am Himmel betrachtet habe, und ſeine Theorie ſey durch den Erfolg beſtätiget. Dieſer Gedanke gehöret in die Zeiten, wo das Holländiſche Fernrohr noch allein bekannt war. Herr Klügel hat aber nicht gefunden, daß man an ſolche Teleſkope weiter gedacht hätte. In den neuern Zeiten theilte der Abt Häſeler zu Holzminden ihm ein Projekt mit, ſolche reflektirende Taſchenteleſkope zu verfertigen; allein die von ihm gemachte Theorie zeigte, daß hierbey das Geſichtsfeld zu klein ausfiel.

Der P. Merſenne hingegen ſchlägt zuerſt vor, zur Vergrößerung entlegener Gegenſtände, ſich ein Paar paraboliſcher Spiegel zu bedienen β). Er gibt eine Abbildung an, wo nicht weit vom Brennpunkte eines großen paraboliſchen Spiegels ein anderer kleiner ſteht, welcher Parallelſtrahlen, die von der erſtern Spiegelfläche zuſammenfahrend reflektiret werden, wieder parallel zurückwirſt, und auf ſolche Art durch ein in dem großen Spiegel befindliches

α) Prieſtley's Geſchichte der Optik, S. 566.

β) Phaenomena hydraulico-pneumatica. Paris 1644. 4. prop. XIX. Lemma p. 96.

liches Loch ins Auge bringt. So ſaget er ausdrücklich: ſed foramen (ſpeculi maioris) non debet excedere pupillam oculi, vel ſuperficiem (ſpeculi minoris), ne lumen aliquod peregrinum obiectorum luminibus officiat, et irrumpens diſtinctam viſionem perturbat; illud igitur tubo intus nigro ſpeculum vtrumque concludente, et aliis quibusuis modis excludendum; quibus peractis, ſi concaua maioris parabolae ſuperficies ſit 8 digitorum, minoris vero ſemidigiti, ſeu linearum 6, obiecta ducenties quinquagies ſexies maiora, vel diſtinctiora ſeu clariora videbuntur. Des P. Merſenne Vorſchlag ging alſo dahin, zu dem Inſtrumente keine Gläſer, ſondern bloß Spiegel zu gebrauchen.

Merſenne ſcheint auf dieſen Gedanken um das Jahr 1639 gekommen zu ſeyn. Es ſcheint dieß beſonders aus zwey Briefen des Carteſius an den P. Merſenne zu erhellen *), welchen zwar das Datum fehlet, welche aber dem Zuſammenhange mit den übrigen zu Folge in die Mitte des Jahres 1639 geſetzet werden müſſen. In dem erſten dieſer Briefe führet Carteſius an, daß die von Merſenne vorgeſchlagenen Spiegel weniger leiſten würden, als die gewöhnlichen Fernröhre mit Glaslinſen, 1. weil man das Auge nicht nahe genug an den kleinſten Spiegel bringen, 2. weil man ſie nicht, wie die Gläſer, in Röhren faſſen, und daher das Licht von den Seiten abhalten könne, 3. weil ſie eben die Länge, wie die gewöhnlichen Fernröhre, beſitzen müßten, wenn ſie eine gleiche Wirkung mit dieſen thun ſollten; daher die Verfertigung eben ſo vielen Schwierigkeiten ausgeſetzet wäre, 4. weil durch die Zurückwerfung viel Licht verloren gehe. Dieſe Einwürfe mögen wohl den P. Merſenne abgehalten haben, den Gedanken in Ausführung zu bringen, ob ſie gleich, den vierten ausgenommen, von keiner Erheblichkeit waren.

Da man indeſſen gar bald wahrgenommen hatte, daß die gewöhnlichen Glaslinſen wegen der Abweichung der

 Strah-

*) Epiſtolae. Part. II. epiſt. 29. 32.

Strahlen in ihrer Zuſammenſetzung kein vollkommenes Fernrohr gaben, ſo bemühete man ſich durch Carteſius Vorſchläge bewogen außerordentlich, ſtatt der ſphäriſchen Objektivgläſer paraboliſch - hyperboliſche in Anwendung zu bringen. Allein die Künſtler waren nicht vermögend, den Gläſern eine ſolche Geſtalt zu geben, und überdem würden ſie noch weniger, als die ſphäriſchen Glaslinſen geleiſtet haben, indem ſie nicht allein eine beträchtliche Dicke hätten erhalten müſſen, wodurch das Licht ungemein würde geſchwächt worden ſeyn, ſondern es würde auch dabey die nachher von Newton entdeckte Abweichung der Strahlen wegen der verſchiedenen Farben beſtändig noch Statt gehabt haben. Da man alſo in Verfertigung der Gläſer von ſolchen Geſtalten nicht glücklicher war, ſo ſchlug im Jahre 1663 Jakob Gregory ſtatt der Gläſer Spiegel vor. Es iſt nicht wahrſcheinlich, daß dieſer auf den Gedanken aus den Schriften des P. Merſenne gekommen ſey; ſein Vorſchlag ging auch nicht dahin, bloß Spiegel, ſondern vielmehr eine Verbindung von Spiegeln und Gläſern zu gebrauchen, und die Briefe des Carteſius, die erſt im Jahre 1666 in Holland gedruckt wurden, konnten ihm damahls gar nicht bekannt ſeyn.

Nach Gregory *) ſollten zwey metallene Spiegel gebrauchet werden. Der große Spiegel ſollte ein hohler paraboliſcher ſeyn, welcher die Parallelſtrahlen, die von jedem Punkte des weit entlegenen Gegenſtandes herkämen, nach der Reflexion zuſammenlenken ſollte. In der Axe des großen Hohlſpiegels ſollte der Mittelpunkt eines kleinern elliptiſchen Hohlſpiegels ſtehen, welcher dieſe zuſammengebrachten Strahlen zurückſenden, und ein Bild des Gegenſtandes nicht weit vor dem großen Hohlſpiegel entwerfen würde. Da aber Gregory ſelbſt kein Künſtler war, ſo konnte er dieſen ſeinen Vorſchlag nicht ausführen. Er erhielt zwar einen metallenen Objektivſpiegel nebſt einem kleinern von Reives und

*) Optica promota cum append. ſubtilium problem. aſtronomic. Lond. 1663. 4.

und Coxe geſchliffen; allein ſie waren nicht gut polirt und nur ſphäriſch. Er machte hiermit einige Verſuche, ohne ſie ein Mahl in eine Röhre zu faſſen, und gab endlich die ganze Sache aus Unwillen, daß er keinen paraboliſchen Spiegel bekommen konnte, auf.

Inzwiſchen entdeckte **Newton** im Jahre 1666, daß die Abweichung der gewöhnlichen Fernröhre vorzüglich ihren Grund in der Farbenzerſtreuung habe, und da er durch ſeine Verſuche verleitet wurde, dieſe Abweichung bey bloßen Gläſern für unvermeidlich zu halten, ſo gab er ſich von dieſer Zeit an keine Mühe mehr, die Gläſer zu verbeſſern, ſondern wandte alle ſeine Aufmerkſamkeit auf den Gebrauch der Spiegel. **Newton** blieb aber auch bey ſphäriſchen Hohlſpiegeln ſtehen, weil er es für ſehr ſchwierig hielt, den Spiegeln die Geſtalt der Kegelſchnitte zu geben. Er brachte bald ein Teleſkop mit einem Metallſpiegel zu Stande, welches 30 bis 40 Mahl vergrößerte, und von der königlichen Societät zu London am 18ten Jan. 1672 mit Beyfall aufgenommen ward α). **Newton** hat auch ſelbſt dieſes Inſtrument in den Transactionen beſchrieben β), und in ſeiner Optik etwas abgeändert bekannt gemacht.

Dieſes Newtoniſche Teleſkop hatte folgende Einrichtung. In einer inwendig geſchwärzten Röhre (fig. 99.) a b c d befindet ſich am Boden b c ein ſphäriſcher Hohlſpiegel von Metall e g h f. Ferner wird in dieſer Röhre weiter vorwärts der ebene Metallſpiegel k l von dem Träger i gehalten, an welchem die von dem Spiegel e g h f zurückgeworfenen Strahlen o p und q r ſeitwärts reflektiret werden, und ſich in ſ zu einem Bilde vereinigen. Dieſer Punkt ſ iſt zugleich der Brennpunkt der planconvexen Linſe n, durch welche das Bild ſ vom Auge betrachtet wird. Man ſieht alſo in das Newtoniſche Teleſkop nicht gerade nach den Gegen-

 ſtand

α) The hiſtory of the royal ſociety in London by *Thom. Birch.* Lond. 1756 4. Vol. III. p. 4.

β) A new catadioptrical Teleſcope. Philoſ. Tranſact. n. 82. p. 4004. Mart. 1672.

ſtand o q hin, ſondern von der Seite hinein, wobey zwar das Suchen des Objektes mit einiger Schwierigkeit verbunden, im Gegentheil zur Betrachtung der Gegenſtände nach allen möglichen Richtungen ſehr bequem iſt.

Da aber Newton durch die angewandten Metallſpiegel die erwünſchte Deutlichkeit nicht erlangen konnte, ſo ſchlug er in ſeiner Optik ſtatt des Metallſpiegels e g h f ein Glas, welches an der Vorderfläche hohl, an der Hinterfläche erhaben, an allen Stellen gleich dick und auf der Hinterſeite mit Queckſilber beleget wäre, ſtatt des Planſpiegels l k aber ein gläſernes dreyſeitiges Prisma k l m vor, welches die Strahlen von der Fläche l k zurückſende. Hinter dem Okulare gehen die Strahlen durch ein kleines Loch in einer Metallplatte, um die vom Rande des Spiegels herkommenden Strahlen aufzufangen, und dadurch dem Bilde mehr Deutlichkeit zu verſchaffen. Nach ſeiner Verſicherung ſoll ein ſolches Werkzeug 6 Fuß lang (vom Spiegel bis zum gläſernen Prisma, und von da bis f gerechnet), wenn es gut gearbeitet ſey, eine Oeffnung von 6 Zollen am Spiegel vertragen, und 200 bis 300 Mahl vergrößern. Der Spiegel müſſe 1 bis 2 Zolle breiter, als die Oeffnung, und das Gas eine ſolche Dicke beſitzen, daß es ſich bey der Bearbeitung nicht biege. Die Fläche k l, ſoll überdem mit keiner Folie beleget werden, weil ſich das Prisma ſo ſtellen laſſe, daß alle Strahlen zurückgeworfen würden.

Als Newton [α]) ſein Teleſkop in den Transactionen bekannt gemacht hatte, eignete ſich ein Franzoſe Caſſegrain [β]) die Erfindung eines Teleſkops zu, welches mit dem Gregorianiſchen eine große Aehnlichkeit hat. Caſſegrain wurde daher beſchuldiget, er habe Gregory's Erfindung nur nachgeahmt, und, um ſie abzuändern, bloß einen concaven kleinern Spiegel ſtatt einen hohlen ſphäriſchen gewählet. Der große Spiegel iſt nämlich ein ſphäriſcher Hohlſpiegel, welcher durchbohrt iſt, und der kleine ein Convexſpiegel. Dieſes Caſſegrainiſche

α) Lib I. P. I. prop. VIII. probl. 2.

β) Journal des ſavans 1672.

niſche Teleſkop wird um die doppelte Brennweite des kleinern Spiegels kürzer, als das Gregorianiſche, zeigt aber die Objekte verkehrt. Montucla glaubet, daß das Caſſegrainiſche Teleſkop in Rückſicht der Theorie einige Vorzüge vor dem Newtoniſchen habe, ſo wohl weil es kürzer, als auch weil der kleine Converſpiegel durch die Zerſtreuung der Strahlen das Bild, welches der erſte Spiegel zu Stande bringt, gar ſehr vergrößern müſſe. Newton *) hat gegen das Caſſegrainiſche Teleſkop einige Einwendungen gemacht, welche zum Theil auch das Gregorianiſche treffen; gleichwohl leiſtet es, wenn es gut gearbeitet iſt, vortreffliche Dienſte. Michell unterſuchte das Caſſegrainiſche Teleſkop etwas genauer, und fand, daß die Abweichung wegen der Kugelgeſtalt des großen Hohlſpiegels durch den ſphäriſchen Converſpiegel (welcher eigentlich hyperboliſch ſeyn ſollte), noch mehr vergrößert, durch einen ſphäriſchen Hohlſpiegel aber (der eigentlich elliptiſch ſeyn ſollte) eher vermindert wird. Daher würde das Gregorianiſche dem Caſſegrainiſchen vorzuziehen ſeyn.

Das erſte gute Teleſkop, welches nach Gregory's Vorſchlage mit einigen kleinen Abänderungen eingerichtet war, brachte D. Hooke zu Stande, und zeigte es der königlichen Geſellſchaft zu London im Jahre 1674.

Inzwiſchen blieben doch alle dieſe ſchönen Vorſchläge, wovon auch einige zur Ausübung gebracht waren, noch ein ganzes halbes Jahrhundert liegen. Man war zu ſehr für den Gedanken eingenommen, daß es ſich wohl mehr der Mühe belohne, die Fernröhre zu einem höhern Grade der Vollkommenheit zu bringen, als auf neue Einrichtungen von Werkzeugen dieſer Art zu denken.

Erſt im Jahre 1718 fing John Hadley von neuem wieder an, dieſen wichtigen Gegenſtand mit beſſerem Glücke in Ausübung zu bringen. Er überreichte im Jahre 1723 der londner königlichen Societät ein nach Newton's Entwurfe verfertigtes Teleſkop. Der große Spiegel hatte 10 Fuß $5\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmeſſer, daß folglich ſeine Brenn-

*) Philoſoph. Tranſact. n. 83. p. 4057. May 1672.

weite $62\frac{5}{6}$ Zoll war α). **Prund** und **Bradley** unterſuchten dieß Teleſkop gemeinſchaftlich, und ſtatteten von der Güte deſſelben den vortheilhafteſten Bericht ab β).

Mit einem dieſer Teleſkope, deſſen großer Spiegel noch nicht völlig $5\frac{1}{4}$ Fuß in der Brennweite hatte, und mit dem berühmten Huygenſchen Fernglaſe ohne Röhren, deſſen Objektivglas eine Brennweite von 123 Fuß hat, ſtellte man eine Vergleichung an, und fand daß jenes ein eben ſo großes Okular vertrug, eben ſo ſtark vergrößerte, und dieſelbe Deutlichkeit, jedoch nicht mit derſelben Klarheit und Helligkeit, gewährte. Mit dieſem **Hadley'ſchen** Teleſkope konnte man das alles ſehen, was bisher mit **Huygens** Fernglas entdecket war, unter andern noch beſſer die fünf Trabanten des Saturnus, als durch das lange Fernrohr, bey welchem die Dämmerung in den Sommernächten ſehr hinderlich war, weil es keine Röhren hatte. Ueberhaupt fiel das Urtheil über die Hadley'ſchen Spiegelteleſkope ſo aus, daß ſie für die ausübende Aſtronomie den gewöhnlichen dioptriſchen Fernröhren weit vorzuziehen ſeyn würden, wenn es möglich wäre, die Metallſpiegel vor dem Anlaufen zu bewahren, oder auch eben ſo gute hohle Glasſpiegel zu verfertigen.

Hadley fand bey der Newtoniſchen Einrichtung der Spiegelteleſkope einige Unbequemlichkeiten, beſonders da man in ſelbige ſeitwärts ſehen muß; daher zog er **Gregory's** Einrichtung vor, welche er ſeit dem Jahre 1726 mit großer Vollkommenheit verfertigte. Sie beſteht in folgendem:

In der meſſingenen Röhre (fig. 100.) a b c d befindet ſich am Boden b c ein in der Mitte durchlöcherter Spiegel g h, und in der Axe des Spiegels ein kleinerer Hohlſpiegel e f, welcher ſich hin und her ſchieben läßt. Wäre nun r ſ ein ſehr weit entlegenes Objekt, welches von jedem Punkte Parallelſtrahlen auf die Spiegelfläche g h ſendet, wovon hier ein Paar von r, und ein Paar von ſ her kommende vorgeſtellet ſind, ſo werden dieſe nach der Reflexion in der

α) An account of a reflecting teleſcope made by M. *John Hadley*; in Philoſoph. Tranſact. N. 376. p. 303.

β) Philoſoph. Tranſact. n. 378. p. 382.

der Spiegelfläche ein verkehrtes Bild pq zuwege bringen. Von dieſem Bilde fallen nun die Strahlen wie von einem wirklichen Gegenſtande auf den kleinen Spiegel ef, und werden von ſelbigem ſo zurückgeworfen, daß ſie in xy ein aufrechtes Bild machen würden, welches von dem Auge o durch ein einfaches Okularglas betrachtet werden könnte. Da aber das Auge auf ſolche Art nur einen kleinen Theil des Objektes überſehen würde, ſo gebrauchet man lieber zwey oder mehrere Okulargläſer, und verbindet dieſe, wie bey zuſammengeſetzten Mikroſkopen, ſo mit einander, daß das letzte Bild im Brennpunkte des Okulars wn liegt. In dem in der Figur vorgeſtellten Falle, wo zwey Okulare mit einander verbunden ſind, werden diejenigen Strahlen, welche das Bild xy machen würden, noch ehe dieß geſchiehet, durch das Okular ni aufgefangen, ſo daß ſie ſich ſchon in vz vereinigen, und daſelbſt ein kleines aufrechtes Bild zu Stande bringen, welche von dem Auge o durch den Meniskus wr betrachtet wird, in deſſen Brennpunkte das Bild des Gegenſtandes liegt. Dieß bringt nun die auf den Meniskus fallenden Strahlenkegel parallel ins Auge, welches alſo das Bild aufrecht und deutlich ſiehet.

Dieſe Vergrößerung bey dieſem Teleſkope läßt ſich auf dieſe Art finden. Man ſetze (fig. 101.), b ſey der Brennpunkt des großen Spiegels gh und c der Brennpunkt des kleinern ef. Wenn nun em einen Strahl vorſtellet, welcher von dem oberſten Punkte eines weit entlegenen Objektes durch den Brennpunkt b gehet, ſo wird er von der Spiegelfläche gh mit der Axe cn parallel, und von dem Spiegel ef durch ſeinen Brennpunkt c nach h reflektirt. Hier bricht ihn das planconvexe Glas ki in die Lage kq, in welcher er auf den Maniskus wn fällt, und nach der Brechung in ſelbigem die Axe in o ſchneidet. Das Auge in o erhält alſo nun von dem obern Punkte des Objektes lauter Strahlen mit wo, und von dem Punkte, der in der Axe des Spiegels liegt, lauter Strahlen mit der Axe parallel. Nimmt man nun an, das Objekt ſtehe auf der Axe des Spiegels ſenkrecht, ſo wird auch das Auge ſelbiges unter dem vergrößer-

größerten Winkel o ſehen, da es ſelbiges mit bloßen Augen in m unter dem Winkel y ſehen würde; mithin kommt die Vergrößerung bloß auf das Verhältniß der Winkel o und y an. Weil für ſolche kleine Winkel, wie x und y, ſich ihre Tangenten wie die Winkel ſelbſt verhalten, ſo hat man

$$y : x = pc : ab$$
$$x = kca : q = dq : cd$$
$$q : o = lo : lq$$

$$\text{mithin } y : o = pc \times dq \times lo : ab \times cd \times lq$$

Bezeichnet man nun die Brennweiten der beyden Okulargläſer wn und ki mit α und β, ſo laſſen ſich cd, dq, lq und lo berechnen, wenn α, β nebſt den Entfernungen der Gläſer pd und dl gegeben ſind. Man hat nämlich

$$cd = pd - pc$$
$$dq = \frac{cd \,.\, \beta}{cd - \beta}$$
$$lq = dq - dl$$
$$lo = \frac{lq \,.\, \alpha}{lq - \alpha}$$ (m. ſ. Linſengläſer)

Z. E. Im Smith-Käſtneriſchen Lehrbegriffe der Optik S. 469 ſind folgende Abmeſſungen eines von Schort mit Fleiß verfertigten Gregorianiſchen Teleſkops angegeben. Es war nämlich

die Brennweite ab des großen Spiegels gh	= 9,6 Zolle
—— —— cp — kleinen —— ef	= 1,5 —
die Entfernung pd	= 14,2 —
Brennweite des Okulars ki oder β	= 3,8 —
Entfernung beyder Okulare oder dl	= 2,4 —
Brennweite des Okulars wn oder α	= 1,1 —

daraus findet man $cd = pd - pc = 14{,}2 - 1{,}5 = 12{,}7$ Zolle

$$dq = \frac{cd \,.\, \beta}{cd - \beta} = \frac{12{,}7 \times 3{,}8}{12{,}7 - 3{,}8} = 5{,}4 \text{ Zolle}$$
$$lq = dq - dl = 5{,}4 - 2{,}4 = 3 \text{ Zolle}$$
$$lo = \frac{lq \,.\, \alpha}{lq - \alpha} = \frac{3 \times 1{,}1}{3 - 1{,}1} = 0{,}8 \text{ Zoll}$$

und

und das Verhältniß der Vergrößerung $1{,}5 \times 5{,}4 \times 0{,}8 : 9{,}6 \times 12{,}7 \times 3{,}0$

$$= 15 \times 54 \times 8 : 96 \times 127 \times 30 = 1 : 56\tfrac{4}{9}$$

Durch Verſuche fand man, daß dieß Teleſkop 60 Mahl vergrößere, mithin ſtimmte die Erfahrung mit der Theorie ziemlich zuſammen.

Nähme man nur ein einziges Okular, ſo würde in dem Verhältniſſe, welches die Vergrößerung anzeiget, das letzte einfache Verhältniß lo : lq wegfallen. Da überdem β gegen bd alle Mahl klein iſt, ſo wird alsdann beynahe dq : cd : = β : ad; daher wird die Vergrößerung durch das Verhältniß pc $\times$ β : ab^2 ausgedruckt. Dieſe Regel zur Vergrößerung geben viele Schriftſteller für alle Teleſkope überhaupt, auch mit zweyen Okularen. In dieſem letztern Falle muß man alsdann α ſtatt β ſetzen, und es wäre daher das Verhältniß pc $\times$ α : ba^2. Allein dieſe Regel wird in allen Fällen ohne erheblichen Fehler nicht anwendbar ſeyn.

Was die Größe des Geſichtsfeldes betrifft, ſo kommt es bloß darauf an, wie groß man, ohne der Deutlichkeit des Bildes (fig. 100) vz zu ſchaden, die Oeffnung laſſen kann, welche ein daſelbſt eingeſetzter Ring erhält. Weil dieſe Oeffnung im Brennraume des Okulars wn liegt, ſo erſcheinet ihr Halbmeſſer dem Auge unter eben dem Winkel, unter welchem er aus der Mitte des Okulars würde geſehen werden, und deſſen Tangente man findet, wenn man den Halbmeſſer der Oeffnung durch die Brennweite des Okulars oder durch α dividiret. Dieſer Winkel iſt der Halbmeſſer des vergrößerten Geſichtsfeldes, und gibt durch die Vergrößerungszahl dividiret den Halbmeſſer des eigentlichen Geſichtsfeldes.

In dem angeführten Schort'ſchen Teleſkope ſind die Oeffnungen der Gläſer nicht angezeiget; aber die halbe Breite des Lochs im großen Spiegel war 0,25 Zoll. Wenn alſo das

das Okular w n die nämliche Oeffnung hatte, ſo würde die geſuchte Tangente, weil $\alpha = 1{,}1$ iſt, $= 0{,}2272727$, und der dazu gehörige Winkel $12^{\circ}\ 48'$ gefunden; dieß mit der Vergrößerungszahl dividiret, gebe den Halbmeſſer des eigentlichen Geſichtsfeldes 13,6 Minuten, und den Durchmeſſer 27 Minuten. **Schort** fand den letztern vermittelſt der Zeit, welche die Sterne brauchten, um über das Geſichtsfeld hinwegzugehen, = 19 Minuten.

Wie groß aber die Oeffnung ſeyn müſſe, damit das Bild ſo viel möglich die größte Deutlichkeit erhalte, das kömmt auf Rechnungen an, die hier nicht mit beygebracht werden können. Unterricht hiervon findet man beym **Smith** α), **Euler** β) und kurz beym **Karſten** γ). Nach **Smith** und **Käſtner** iſt die Hälfte des deutlichen Bildes die dritte Proportionallinie zu ab, pb und ag (fig. 101.). Nach **Schort's** Teleſkope, wo $pb = 1{,}6533$ Zoll, und ag oder die Hälfte der Breite des Spiegels $= 1{,}15$ Zoll iſt, wird die Hälfte des deutlichen Bildes $= 0{,}19805$ Zoll gefunden. Durch das Okular ki wird aber dieſes halbe Bild im Verhältniſſe ſeiner vorigen Entfernung von ki zum jetzigen (fig. 100.) (iy : iz) verkleinert, daß ſich alſo die Hälfte des in vz zuwege gebrachten Bildes zur halben Breite des Spiegels im zuſammengeſetzten Verhältniſſe (fig. 101.) (pb : ab) + (iz : iy) (fig. 100.) befindet. Hierbey kommt es aber auf ſehr feine Abmeſſungen kleiner Größen an, die man bey der Anführung nicht ſo genau beſtimmen kann. Daher findet man lieber die Größe des Geſichtsfeldes der Spiegelteleſkope aus Erfahrung.

Außerdem müſſen aber auch diejenigen Strahlen abgehalten werden, welche von andern Gegenſtänden beym kleinen Spiegel vorbey in die Okularröhre kommen. Der äußerſte dieſer Strahlen iſt derjenige, welcher von des Spiegels Rande f (fig. 100.) nach der Mitte des Bildes xy gehet.

α) Lehrbegriff der Optik durch Käſtner, S. 460 — 472.
β) Dioptrica Tom. II. append. cap. 3.
γ) Anfangsgründe der mathemat. Wiſſenſchaften, B. III. Photomet. Abſchn. XIX.

gehet. Dieſer fällt auf das Okular k i nahe an der Axe, wird mitten durch das Bild bey v z hindurch gebrochen, und geht durch den Maniskus w n mit der Axe parallel aus. Hier iſt ſeine Entfernung von der Axe zur halben Breite des kleinen Spiegels in dem zuſammengeſetzten Verhältniſſe $(iy : fg) + (\alpha + iz)$. In Schort's angeführten Teleſkope, wo die halbe Breite des kleinen Spiegels 0,3 Zoll beträgt, findet man dieſe Entfernung = 0,03. Wenn man daher hinter die Gläſer an die Stelle des Auges noch eine Platte l m mit einer runden Oeffnung von 0,03 Zoll Halbmeſſer ſtellt, ſo werden alle dieſe fremden Strahlen vom Auge abgehalten.

Wenn man eine Vergleichung zwiſchen den Newtoniſchen, Gregorianiſchen und Caſſegrainiſchen Teleſkopen anſtellet, welches nämlich von dieſen dreyen bey gleicher Länge die ſtärkſte Vergrößerung gebe, und zugleich zum Gebrauche am bequemſten ſey, ſo wird man der Newtoniſchen Einrichtung unverkennbare Vorzüge einräumen müſſen. Ein Hadley'ſches Spiegelteleſkop, ſo wie Hadley dergleichen anfänglich verfertigte, von 5 Fuß Länge mit einem einzigen Okulare würde nach der unter dem Artikel Apertur (Th. I. S. 104.) mitgetheilten Tabelle eine Vergrößerung von 202 geben, da hingegen nach Smith's Berechnung ein gleich langes Gregorianiſches 243 Mahl, und ein Caſſegrainiſches 253 Mahl vergrößert. Allein Hawksbee hat die Newtoniſchen Teleſkope weit vollkommener verfertiget, ſo daß ein 5ſchuhiges 313 Mahl vergrößerte. Daß man bey dem Newtoniſchen Teleſkope von der Seite hineinſiehet, gewähret beſonders den Vortheil, daß man es zu Beobachtungen in großen Höhen, wie bey aſtronomiſchen, ſehr bequem gebrauchen kann. Um aber hierbey die zu beobachtenden Gegenſtände aufzuſuchen, wird oben auf dem Teleſkope ein gewöhnliches Fernrohr, der Sucher, angebracht, deſſen Axe mit der Axe des Teleſkops genau parallel gehet. Bey vorzunehmender Beobachtung gibt man dem Sucher eine ſolche Lage, daß der Gegenſtand in die Mitte des Geſichtsfeldes kommt; in

dieſem Falle wird ihn auch das Auge durchs Teleſkop in der Mitte des Geſichtsfeldes ſehen. Für Gegenſtände auf unſerer Erde hat das Gregorianiſche Teleſkop die Bequemlichkeit, daß es ein gerades Bild zuwege bringt, und gerade hindurch zu ſehen verſtattet. Caſſegrains Teleſkop hingegen macht ein verkehrtes Bild, und ob es gleich etwas mehr, als das Gregorianiſche vergrößert, ſo hat es doch den wenigſten Beyfall erhalten, beſonders vielleicht auch dieſerwegen, weil es etwas ſchwierig iſt, die gehörig zuſammenſtimmende Geſtalt beyder Spiegel zu treffen.

Nach Hadley verfertigte der geſchickte Schottiſche Künſtler Schort im Jahre 1734 Spiegelteleſkope, welche nicht allein die Hadley'ſchen, ſondern überhaupt alle andere in London verfertigte bey weitem übertrafen. Zuerſt machte er ſeine Spiegel vom Glaſe, einem von Newton gegebenen Rathe zu Folge; er fand aber, daß ſie nicht ſo viel Licht zurückſenden, als er ſich vorgeſtellet hatte, und traf ſonſt noch viele Schwierigkeiten darin an, ſie vollkommen zu bearbeiten, ſo daß er ſich dieſerwegen auf die Verbeſſerung der Metallſpiegel mit allem Fleiß legte. Auch war er hierin ſehr glücklich, da er ihnen eine ſehr geſchickte Krümmung zu geben wußte. M. ſ. Spiegel, paraboliſche. Durch einige ſeiner Teleſkope, in welchen der große Spiegel 15 Zoll Brennweite hatte, konnte er und andre die Transactionen auf 500 Fuß weit leſen, und man ſahe einige Mahl dadurch die fünf Trabanten des Saturnus zuſammen. Von dieſen Schortiſchen Teleſkopen findet man gute Nachrichten beym Bernoulli *). Sein größtes verfertigtes Teleſkop hat 12 Fuß Brennweite für den größten Spiegel mit einer Oeffnung von 21½ Zoll. Es vergrößerte 1200 Mahl, und ſein Preis war zu 800 Guineen angeſetzet. Dieſes damahls einzige Inſtrument ſeiner Art lag, nach de la Lande ß), in dem Hotel von Marlborough zu London, ohne Geſtelle und daß es jemand brauchte, oder ſich um deſſen Erhaltung bekümmerte.

*) Lettres aſtronomiques. Berlin 1771. 8. lett. 6. 7.
ß) Aſtronomie. 2me edit. §. 1931.

merke. **Schort** beobachtete gewöhnlich mit einem 64zolligen Teleſkop, welches nach ſeinem Tode im April 1769 für 150 Guineen verkauft wurde. Von ihm beſitzt die Sternwarte zu Greenwich ein 6füßiges Newtoniſches Teleſkop, welches 300 Mahl vergrößert und zwey Gregorianiſche von 2 Fuß, welche beynahe eben ſo viel leiſten.

Zu gleicher Zeit mit **Hadley** hatten bereits **Molyneux** und **Bradley** ſich mit Verfertigung der Metallſpiegel beſchäftiget, und einige Künſtler, beſonders **Scarlet** und **Hearne**, darin unterrichtet. **Smith** *) hat ihr Verfahren angeführet. Zur Spiegelmaſſe empfehlen ſie beſonders 3 Theile Kupfer und $1\frac{1}{4}$ Zinn, oder 6 Theile gutes Hamburger Meſſing, 1 Theil Zinn, oder noch beſſer 2 Theile von der erſten und 1 Theil von der letzten Compoſition zuſammen. Nun wird eine etwas breitere runde Marmorplatte, als der Spiegel iſt, mit Quadraten vom feinſten blauen Wetzſteine belegt, worauf zuerſt eine meſſingene Schale hohl ausgeſchliffen, und in dieſer wieder ein erhabenes Glas, welches zum Poliren mit Pech und ſeidenem Zeuge überzogen wird. Hierauf ſchleift man den Spiegel und die meſſingene Schale immer wechſelsweiſe mit Schmirgel auf den Wetzſteinen, und berichtigt ihre Geſtalt gegen die Polirſcheibe, bis alle drey völlig zuſammenpaſſen, da alsdann die Politur des Spiegels auf dem überzogenen Glaſe mit Zinnaſche vollendet wird. Das Verfahren ſelbſt aber iſt ſehr mühſam. Indeſſen haben doch die engliſchen Künſtler hiernach eine Menge guter Teleſkope verfertiget, ohne daß es ihnen andere Nationen hierin gleich thun konnten.

Die Spiegelteleſkope ſchienen durch die Erfindung der achromatiſchen Fernröhre etwas von ihrem Anſehen verloren zu haben, da man durch dieſe wichtige Entdeckung Vergrößerungswerkzeuge erhielt, die mit bloßen Linſengläſern eben das leiſteten, ohne eben viel länger als die Teleſkope zu ſeyn. Ueber-

*) Wie metallene Spiegel zu Teleſkopen gegoſſen, geſchliffen und polirt werden, im Lehrbegriff der Optik, B. III, Cap. 2.

Ueberdem gewähren bloße Gläſer jederzeit eine weit größere Helligkeit und Deutlichkeit, als die Spiegel, weil bey der Brechung weniger Licht als bey der Reflexion verloren gehet; auch ſind die Gläſer ohne Vergleichung dauerhafter, als die Spiegel. Gleichwohl behielten doch die Spiegelteleſkope beſtändig fort ihren Werth, und ſind von den engliſchen Künſtlern, **Dollond, Ramsden, Stairne, Adams** u. a. eben ſo häufig verfertiget und abgeſetzet worden, als vormahls.

Im Jahre 1777 theilte **Mudge** [α]) aus Plymouth eine Anweiſung mit, die beſte Spiegelmaſſe zuſammen zu ſetzen, ſie zu ſchleifen und zu poliren, ſo wie dem großen Spiegel die paraboliſche Form zu geben. Zur Spiegelmaſſe nimmt er 2 Pfund ſchwediſches Kupfer und 14½ Unzen gekörntes Zinn, wovon er zuerſt 14 Unzen mit dem Kupfer zuſammenſchmelzte, hiernächſt den Guß von neuem bey nicht mehr Hitze, als dazu nöthig iſt, ſchmelzt, die letzte halbe Unze hinzuthut, und einen Löffel voll Kohlengeſtiebe in den Tiegel ſchüttet. Die Handgriffe beym Schleifen und Poliren der Spiegel beſchreibet er deutlich und genau. M. ſ. **Spiegel, paraboliſche.** Auch **Edwards** [β]) hat eine gute Anweiſung zur Verfertigung der Metallſpiegel gegeben. Er ſchlägt eine Compoſition von 32 Unzen Kupfer, 15 bis 16 Unzen gekörntem Zinn, 1 Unze Meſſing, 1 Unze Arſenik (und 1 Unze Silber) vor, und polirt ſtatt der Zinnaſche mit Colcothar.

Weil aber doch die gewöhnlichen Metallſpiegel dem nicht wohl zu verbeſſernden Fehler ausgeſetzet ſind, daß ſie bey veränderter Witterung anlaufen, und ſich ſchwer oder wohl gar nicht wieder reinigen laſſen; ſo iſt man doch von Zeit zu Zeit wieder auf den Gebrauch der Glasſpiegel zurückgekommen. Hierzu gab beſonders **Caleb Smith** [γ]) ſehr ſchöne Vor-

α) Philoſoph. Tranſact. Vol. LXVII. P. I. p. 196 ſq. überſ. in den Leipz. Sammlungen zur Phyſik und Naturgeſch. B. I. St 5. S 124 u f.

β) Directions for making the beſt compoſition etc. im Nautical Almanac for the year 1787. und Auszugsweiſe in Tralles phyſikal. Kalender für 1787.

γ) A new method of improving catadioptrical teleſcopes in Philoſ. Tranſact. n. 456. art. 8.

Vorſchläge; inzwiſchen iſt es aber doch gewiß, daß die Glasſpiegel beſtändig unvollkommen bleiben. Dieſerwegen hat man in den neuern Zeiten ſich mehr bemühet, eine Compoſition zu entdecken, welche dem Anlaufen nicht ſo ſehr ausgeſetzet iſt, und zugleich eine ſchöne Politur annimmt. Am beſten hat man hierzu die Platina gefunden, welche aber freylich koſtſpielig iſt. Die Herren de Morveau, Maret und Durande haben die Platina durch einen Zuſatz von 16 Theilen weiß gepulverten Glaſes, 2 Theilen verkalkten Borax und 1 Theil Kohlenſtaub mit Eiſen zuſammengeſchmolzen, und daraus eine ſehr ſchöne Spiegelmaſſe erhalten. Nach den Verſuchen des Herrn Grafen von Sickingen gibt ſie auch mit $\frac{1}{4}$ Eiſen und $\frac{1}{6}$ Gold zuſammengeſchmolzen eine Maſſe, welche ſich ſehr ſchön poliren läßt, und ſelbſt von den mineraliſchen Säuren, dem Weineſſig, dem flüchtigen Laugenſalze, den Schwefeldämpfen und der Schwefelleber nicht angegriffen wird. Der Abbé Rochon ſoll auch einen Platinaſpiegel für ein 6füßiges Teleſkop zu Stande gebracht haben, welcher im Durchmeſſer 8 Zoll 9 Linien hatte, und vortreffliche Wirkung that [α]). Rinmann [β]) gibt für die beſte Compoſition der Metallſpiegel 2 Theile Meſſing, 1 Theil Kobaltkönig und 1 Theil Arſenik an.

Zu einem unerwarteten Grade der Vollkommenheit hat endlich in den neuern Zeiten der berühmte Aſtronom Friedrich Wilhelm Herſchel die Spiegelteleſkope gebracht. Er erzählet ſelbſt, daß er bey ſeinem Aufenthalte zu Bath eine geraume Zeit hindurch ſich bloß auf theoretiſche Kenntniſſe der optiſchen und mechaniſchen Wiſſenſchaften eingeſchränkt, und keine praktiſchen Erfahrungen in ſelbigen gehabt habe. Dieſe erwarb er ſich nach und nach in müſſigen Stunden durch Beſchäftigungen damit, die er zu ſeinem Vergnügen und zu ſeiner Unterhaltung trieb. So verfertigte

α) Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſch. B. VII. St. 1. S. 183.

β) Verſuch einer Geſchichte des Eiſens, a. d. Schwed. von Georgi. Berlin 1785. B. II. 8.

er für ſich ſelbſt verſchiedene 2, 5, 7, 10 und 20füßige Newtoniſche Teleſkope, außer andern Gregorianiſchen von 8, 12, 18 Zollen, 2, 3, 5 und 10 Fuß Brennweite. Weil ihm damahls die direkte Methode, den Spiegeln jede Figur der Kegelſchnitte zu geben, unbekannt war, ſo mußte er mehrere Spiegel von jeder Sorte vorräthig haben, und ſie ſo gut, als er konnte, vollenden, woraus er dann die beſten durch Verſuche ausſuchte, und die andern zum Wiederabſchleifen bey Seite legte. Auf dieſe Weiſe verfertigte er nicht weniger als 200 ſiebenfüßige, 150 zehnfüßige und etwa 80 zwanzigfüßige Teleſkope, ohne die Gregorianiſchen, oder die von der Conſtruktion des Smith'ſchen reflektirenden Mikroſkops, wovon er auch eine große Anzahl verfertigte. Die Anzahl der Geſtelle, die er für dieſe Teleſkope ausdachte, läßt ſich nicht wohl angeben. Er entwarf und zeichnete ſie von verſchiedenen Geſtalten, und führete die aus, die ihm am meiſten zu verſprechen ſchienen. Dieſen Arbeiten verdankt man das Geſtelle zu ſeinem 7füßigen Teleſkope, das ſeit 17 Jahren zu ſeiner jetzigen ſchicklichen Einrichtung gelangte. Bey dieſem Teleſkope ließen ſich 227, 460, und 932fache Vergrößerungen anbringen, und er entdeckte damit am 13ten März 1781 einen neuen Planet. M. ſ. **Uranus**. Im Jahre 1781 fing er die Zurichtung zu einem 30füßigen Teleſkop an, und nachdem er dazu ein ſchickliches Geſtelle ausgedacht, und ausgeführet hatte, goß er den Spiegel, welcher 36 Zoll im Durchmeſſer hatte. Dieſer Spiegel ſprang aber beym Abkühlen, weil die Compoſition zu ſeinem Metall etwas zu ſpröde war. Er goß ihn zum zweyten Mahle; allein der Ofen, den er hierzu in ſeinem Hauſe erbauet hatte, wurde ſchadhaft, und das Metall lief ins Feuer. Dieſe Zufälle verzögerten ſeine Ausführung, und da die Entdeckung des neuen Planeten ihm bald nachher andere Beſchäftigungen gab, ſo ward ſein Unternehmen dieſem nachgeſetzet. Im Jahre 1783 endigte er einen ſehr guten 20füßigen Reflektor mit einer weiten Apertur, womit er in zwey Jahren eine Menge Entdeckungen am Himmel machte. M. ſ.

Fixſterne, Nebelſterne, Mondflecken, Mars, Uranus. Dieſes Teleſkop gab ihm Veranlaſſung, auf ſeinen erſten Entwurf zurück zu kommen, und ihn noch mehr zu vergrößern. Der Präſident der königlichen Societät legte denſelben dem Könige dazu vor, der ihn auch ſehr freygebig unterſtützte. Auf ſoche Art faßte er nun den Entſchluß, ein 40füßiges Teleſkop zu Stande zu bringen. Es wurde ſogleich an das Holzgeräthe zum Geſtelle und zu den Maſchinen, dem Inſtrumente die nöthige Bewegung zu geben, Hand angelegt. Bey dem ganzen Apparate ſind nur gemeine Werkleute gebrauchet worden. Herr Herſchel machte von jedem Theile Zeichnungen, durch die es leicht wurde, das Werk auszuführen, wobey er über die Arbeiten einer jeden Perſon die Aufſicht ſelbſt übernahm, obgleich mannichmahl 40 verſchiedene Arbeitsleute dabey angeſtellet waren.

Während der Zubereitung dieſes Geſtelles zum Teleſkope fing er die Verfertigung des großen Spiegels an, über deſſen Guß, Schleiſung und Politur er die Aufſicht übernahm. Nachdem nun der Spiegel ſeine höchſte Politur erhalten, und in das Rohr geſtellet war, machte er die erſten Beobachtungen damit am 19ten Februar 1787. Doch datirt er die Vollendung dieſes Werkzeuges viel ſpäter, indem der erſte Spiegel durch Verſehen des Gießers gegen die Mitte dünner ausfiel, als die Abſicht war, und ſo wegen der deßhalb entſtehenden Schwäche nicht verſtattete, ihm eine recht gute Figur zu geben. Ein zweyter Spiegel wurde den 26ten Jan. 1788 gegoſſen; aber er ſprang beym Abkühlen. Am 16ten Februar wurde er aber mit beſonderer Aufmerkſamkeit auf die Geſtalt ſeiner Rückſeite umgegoſſen, und er fiel von dem ſchicklichſten Grade der Stärke aus. Am 24ten Octob. wurde er zur ziemlich guten Figur und Politur gebracht, und er beobachtete damit den Saturn. Da er aber ihm noch nicht Genüge leiſtete, ſo ſetzte er die Bearbeitung deſſelben bis zum 27ten Aug. 1789 fort, wo er auf Fixſterne verſuchet wurde, und ein ziemlich ſcharfes Bild gab. Das Bild großer Sterne

zeigte noch ein etwas zerſtreutes Licht, was von einigen im Spiegel noch übrigen feinen Riſſen herrührte.

Am 28ten Aug. 1789 entdeckte er damit den ſechsten Saturnustrabanten, und ſah auch die Flecken auf dem Saturn beſſer, als jemahls, wodurch er veranlaſſet wurde, die Beendigung des 40füßigen Teleſkops von dieſem Tage an zu datiren.

Der Spiegel des Teleſkops iſt 49½ Zoll im hintern Durchmeſſer breit, aber wegen des Abſatzes an der vordern Seite von ¾ Zoll Breite und 1 Zoll Tiefe bleiben für die polirte Spiegelfläche 48 Zoll im Durchmeſſer. Die Dicke des Spiegels, die allenthalben gleich iſt, beträgt 3½ Zoll. Er wog, da er vom Guß kam, 2118 Pfund, und von dieſem Gewichte hat er durchs Poliren nur wenig verlieren können. Das Rohr iſt aus Eiſenblechen zuſammengeſetzet; ſeine Länge iſt 39 Fuß 4 Zoll, ſein Durchmeſſer 4 Fuß 10 Zoll. Der Brennpunkt des Spiegels iſt durch die Stellung deſſelben etwa 4 Zoll von der untern Seite der Oeffnung des Rohres gebracht, und geht hinaus in die Luft. Dadurch iſt Raum für den Theil des Kopfes des Beobachters, der ſich über dem Auge befindet, um nicht viel Strahlen, die vom Objekte zum Spiegel ins Rohr treten, aufzuhalten, wenn er auf der Gallerie vor der Mündung des Rohres hineinſiehet. Durch einen flachen zinnernen Deckel, der an einen eiſernen Rand gelöthet iſt, kann der Spiegel genau bedeckt, und verſchloſſen werden. Bey der Entfernung des Beobachters von dem Arbeiter, welcher die nöthigen vertikalen und horizontalen Bewegungen des Apparats beſorget, ſo wie von dem Aſſiſtenten, dem die Beobachtungen mitgetheilet werden müſſen, dient ein Sprachrohr, das unter den Tubus läuft und mit beyden Zimmern für den Arbeiter und den Aſſiſtenten verbunden iſt. Auch werden dem erſten durch Glockenſchläge die nöthigen Befehle gegeben, und ungeachtet der Complication der ganzen Maſchinerie verſichert Herr Herſchel, daß ein Arbeiter hinreichend iſt, die nöthigen Bewegungen hervor zu bringen. Die Baſis, auf welcher ſich die ganze Maſchine drehet,

drehet, hat 42 Fuß im Durchmeſſer. Herr Herſchel *) hat die Beſchreibung dieſes Teleſkops nach deſſen gegenwärtiger Einrichtung ſelbſt mitgetheilet. Durch 19 Kupfertafeln iſt der ganze dazu gehörige Apparat bis auf die kleinſten Umſtände genau angegeben.

Dieſes 40füßige Teleſkop kann nun erſtaunende Vergrößerungen vertragen, nachdem man Okulare mit ſehr kurzen Brennweiten anwendet. Gleichwohl laſſen ſich für die Himmelskörper die Vergrößerungen nicht ohne alle Grenzen verſtärken. Die ſtärkſte, welche gewöhnlich bey Beobachtungen der Fixſterne angewendet wird, iſt 3000 Mahl, bey den Planeten aber gebrauchet man nicht leicht eine Vergrößerung über 500, gewöhnlich nur von 250. Die ſehr große Apertur bey dieſem Teleſkope aber gewähret wegen der außerordentlichen Menge Licht eine ganz ungewöhnliche Helligkeit mit Deutlichkeit verbunden.

Herr Schröter in Lilienthal erhielt vom Herrn Herſchel zuerſt ein Teleſkop, deſſen Einrichtung er beſchrieben **), und mit welchem er nebſt noch einem kleinern die wichtigen Entdeckungen im Monde gemacht hat. M. ſ. **Mond**. Die Röhre iſt ein achtſeitiges Prisma von Mahagonyholz, deren Länge 7 Fuß 4½ Zoll, der äußere Durchmeſſer 8 Zoll, und der innere 6½ Zoll beträgt. Gerade ſo groß iſt auch der Durchmeſſer der polirten Fläche des Spiegels, welcher durch eine eigene Maſchinerie die gehörige Stellung und Befeſtigung im untern Ende der Röhre erhält. In dieſe Röhre ſieht man am obern Ende von der Seite hinein, wo ſich die 8 Zoll lange Okularmaſchine, welche auch zugleich den Planſpiegel hält, nebſt dem Sucher befindet. Der Sucher iſt 1 Fuß lang, vergrößert 9 Mahl, und ſein Geſichtsfeld faſt 4 Grad; zur Noth zeiget er die Jupitersmonden. Er ſteht nicht oben auf der Fläche des

*) Philoſoph. Tranſact. P. II. 1795. p. 347 f. Grens neues Journal der Phyſik, B. III. S. 468 f.

**) Beyträge zu den neueſten aſtronomiſchen Entdeckungen. Berlin 1788. 8.

achtſeitigen Rohrs, ſondern an der ſchrägen Seite, dem Okularglaſe ſo nahe als möglich, und zur Berichtigung ſeiner Stellung dienet ebenfalls eine eigene Maſchine. Die nöthige Richtung in der Vertikalfläche wird dieſem Werkzeuge in einem hölzernen Stuhle gegeben, in deſſen Falzen man einen Rahmen mittelſt eines Flaſchenzuges auf und nieder laſſen kann. Außerdem liegt aber auch noch die Röhre auf einer gezahnten Stange, welche ſich mit der Hand höher und niedriger ſtellen läßt, und welche man mit einem Dreher ſo fein bewegen kann, daß ſie durch eine Umdrehung nur um 0,15 Zoll fortruckt, wodurch das Werkzeug bis auf Sekunden vertikal, und durch eine Schraube ohne Ende eben ſo fein horizontal geſtellet werden kann. Der ovale kleine Planſpiegel beſitzet im kleinſten Durchmeſſer 1,15 Zoll, und ſtehet vom großen für Fixſterne um 6 Zoll 10 Linien, für nahe Objekte auf unſerer Erde um 7 Zoll 2 Linien und mehr ab. Die Einſätze der Okularen haben durchgehends nur eine auf beyden Seiten convexe Linſe, die der Deutlichkeit wegen ſehr dünn gearbeitet iſt; hiervon iſt aber der erſte Okulareinſatz ausgenommen, welcher zwey Linſen beſitzet, die aber am wenigſten vergrößern. Damahls gingen die Vergrößerungen von 75 bis 1200; Herr Schröter aber hat nachher ſelbſt dazu noch ein Paar ſtärkere gefertiget. Was für eine Vergrößerung bey jedesmahliger Beobachtung am vortheilhafteſten gebrauchet werde, das hängt von der höhern oder niedern Stelle des Objektes, der eigenthümlichen Art ſeines Lichtes, der Beſchaffenheit der Atmoſphäre, von der Güte des Auges, und ſelbſt von der Uebung des Beobachters ab. Beym Saturn hat Herr Schröter die 210fache, beym Monde die 636fache anwenden können. In Anſehung des Geſichtsfeldes iſt die Einrichtung ſo, daß man bey 300facher Vergrößerung einen Raum von 5 Minuten Durchmeſſer überſiehet, durch den ein Stern im Aequator in 20 Sekunden Zeit hindurch gehet. Die Wirkung dieſes optiſchen Werkzeuges hält er der des Huygenſchen Objektivglaſes von 123 Fuß Brennweite gleich.

Durch

Durch dieſes Teleſkop fand **Schröter** den Saturn im Februar 1790 eben ſo abgeplattet, wie den Jupiter, und ſeinen großen Durchmeſſer in der Ebene des Ringes, welches eine Umdrehung dieſes Planeten um die Axe nach der Richtung dieſer Ebene anzeigt.

Nachher haben es auch die Herren **Schröter** und **Schrader** in Kiel durch unabläſſige Mühe dahin gebracht, Newtoniſche Teleſkope von ausnehmender Größe und Vollkommenheit ſelbſt zu verfertigen. Nachrichten davon findet man in Herrn Bode aſtronomiſchen Jahrbuche für 1796. Berlin 1793 Nro 10.

Herr **Schröter** überſendete im März 1794 die Beſchreibung eines von ihm verfertigten 25füßigen Teleſkops der königlichen Societät der Wiſſenſchaften zu Göttingen. Das Rohr iſt ein achtſeitiges Prisma, hat 2 Fuß 4 Zoll äußern Durchmeſſer, und eine Stärke, daß man 12 bis 13 Centner Laſt auf beyde Enden bringen, und ſie in der Mitte noch vergrößern kann, ohne daß es ſich beugt. Durch ſtark überfirnißtes Segeltuch iſt es gegen die Abwechſelung der Witterung unterm freyen Himmel geſchützet. Der große Spiegel beſitzet eine polirte Fläche von $19\frac{1}{4}$ Zoll im Rohre, und wiegt mit der Faſſung ungefähr 180 Pfund. Seine Figur hat eine ſo gute paraboliſche Krümmung erhalten, daß Rand- und Kernſtrahlen genau in einem Punkte ſich vereinigen, ſo daß das Teleſkop die völlige Oeffnung der polirten Fläche bey 800 bis 1000mahliger Vergrößerung verträgt. Dieſer Spiegel bleibt im Rohre durch zwey genau ſchließende Kapſeln geſichert; bey etwa erfolgender Veränderung der Witterung muß er aber nicht ſo ſchnell geöffnet werden. Durch 8 Rollen und einen Flaſchenzug iſt er vor- und rückwärts, auch um ſeine Axe beweglich.

Das Hauptſtativ dieſes Teleſkops beſteht aus einem viereckten Thurme mit Pfählen, ausgemauert, 21 Fuß hoch, 12 Fuß im Durchmeſſer, welcher in der Mitte eine ſtarke Säule hat. An ſeinem obern Theile befindet ſich eine Gallerie, mit einem 4 Fuß hohen Geländer auf einem Kranze,

welcher ſich durch Walzenwerk, wie bey den Holländiſchen Windmühlen, horizontal rings um die Säule drehen läßt. Auf die Gallerie kommt man durch Treppen, und ſie wird zugleich mit dem Teleſkope herumbeweget, das der Beobachter auf ihr nach Gefallen regieren kann. Dieſe Umdrehung geſchiehet in einem Kreiſe, deſſen Mittelpunkt in der Mitte des Thurmes liegt, durch eine einzige Perſon mittelſt eines kleinen Wagens über einem Kreisringe auf dem Erdboden, deſſen größerer Durchmeſſer = 72 Fuß, und der kleinere = 57 Fuß 4 Zoll iſt. Gleich vor dem Okulareinſatze befindet ſich ein Cabinet 8 Fuß lang und 4 Fuß breit, gegen Wind und Wetter geſichert, mit Schreibtiſch, Sitz, Pendel und was zu den Okulareinſätzen gehöret. Die Politur des Spiegels hat Herr **Schröter** nur mäßig gelaſſen, aus Furcht, daß er verunglücken möchte.

Nicht lange darauf hat auch Herr **Schrader** in Kiel ein 26füßiges Teleſkop zu Stande gebracht, und von ſeiner Einrichtung eine eigene Beſchreibung gegeben *).

Außer andern kleinern Spiegelteleſkopen, welche theils in Deutſchland und Frankreich, theils in England um dieſe Zeit ſind verfertiget worden, ſoll jetzt an einem außerodentlich großen Teleſkope in Frankreich gearbeitet werden, wozu ein Spiegel von Platina kommen wird.

M. ſ. **Prieſtley** Geſchichte der Optik durch **Klügel**, S. 162. 248 f. 522 u. f. **Smith's** Lehrbegriff der Optik durch **Käſtner**, S. 190 u. f. 278 u. f. 459 u f. **Käſtners** Anfangsgründe der angew. Mathematik. Göttingen 1792. 8. Katoptr. §. 97 u. f. **Karſten** Anfangsgründe der mathematiſchen Wiſſenſchaften. Greifsw. 1780. 8. B. III. Photometrie, Abſchn. XVI. Abſchn. XIX. Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſch. B. V. St. 2. S. 171 u. f. St. 4. S. 62 u. f. B. VI. St. 2. S. 105 f. B. VII. St. 1. S. 182. St. 3. S. 105 u. f.

*) Beſchreibung des Mechanismus eines 26füßigen Teleſkops unweit Kiel. Hamburg 1794. 8.

Spießglas, Spießglanz, rohes, ſchwefelhaltiges Spießglanz (antimonium crudum, ſtibium ſulphuratum, ſulphuretum ſtibii, antimoine, ſulfure d'antimoine) iſt ein ſtrahlichtes Gemiſch aus 74 Theilen eines darin enthaltenen Metalls (Spießglanzmetalls) und 26 Theilen Schwefel, von einer Bleyfarbe und einem metalliſchen Glanze. Dieſes rohe Spießglas, welches im Handel vorkommt, wird wegen ſeiner außerordentlichen Leichtflüſſigkeit auf eine ſehr einfache Weiſe aus ſeinen Erzen geſchmolzen. Man bringt das klein zerſchlagene Erz in Töpfe, ſtopfet ſie mit Moos zu, und ſtellt ſie umgekehrt in andere Gefäße, die etwa die Geſtalt von runden Käſeformen haben, verleimt die Fugen wohl, legt um die Gefäße herum Steine, ſtopft die leer gebliebenen Räume mit Erde aus, ſo daß die obern Töpfe nur eine Handbreit hervorragen, umgibt dieſe hervorragenden Theile mit Feuer, wobey das Spießglanz ſchmelzt, und durchs Moos in die untern Gefäße tröpfelt, worin es geſteht, und die runde Kugelgeſtalt erhält.

Aus keinem Erze hat man ſo viele Produkte zu verfertigen ſich bemühet, als eben aus dem rohen Spießglanze, indem man fand, daß ſich viele wirkſame Arzneymittel aus ſelbigem bereiten laſſen. Hierbey iſt aber im Allgemeinen zu bemerken, daß es die emetiſche Kraft nur alsdann behält, wenn es nicht vollkommen geſäuert iſt; im vollkommenſten Zuſtande der Oxydirung hat es ſeine brechenmachende Kraft gänzlich verloren.

Wenn man rohes Spießglanz gröblich pülvert, und in einem weiten flachen Calcinirſcherben über einem nur mäßigen Kohlenfeuer beym beſtändigen Umrühren röſtet, bis gar kein Schwefel und keine ſchweflichte Säure mehr davon dampft, ſo erhält man dadurch einen grauen Spießglanzkalk (calx antimonii, cineres antimonii), welcher ſehr emetiſch iſt. Dieſer Kalk hat ungefähr 22½ aufs Hundert verloren, und iſt nun weniger ſchmelzbar, als rohes Spießglanz. Dieſer Kalk iſt nun für ſich allein

im

im Glühefeuer ſchmelzbar, und verwandelt ſich dadurch zu einem röthlich hyacintfarbenen Glaſe, welches man Glas vom Spießglanze (vitrum antimonii, ſuccinum antimonii) nennt. Um aber dieß gut zu erhalten, muß das Spießglanz gehörig geröſtet ſeyn. Iſt die Röſtung zu ſchwach geſchehen, ſo fließt der erhaltene Kalk ſchon in geringer Hitze zu einer unvollkommenen glaſigen Materie, welche nicht durchſichtig iſt, eine braune Farbe hat, und von einigen Spießglanzleber (hepar antimonii) genannt wird.

Aus dem grauen Spießglanzkalke ſowohl, als auch aus dem Glaſe vom Spießglanze läßt ſich durch die gewöhnliche Reduktion das Spießglanzmetall oder der Spießglanzkönig erhalten. Aber auch aus dem rohen Spießglanze läßt ſich das reguliniſche Spießglanz gewinnen, wenn man nämlich 4 Theile gepulverten rohen Spießglanz mit 3 Theilen Weinſtein und $1\frac{1}{2}$ Theile Salpeter vermiſcht, dieſes Gemiſch nach und nach in einen glühenden Schmelztiegel trägt, und nach geendigter Verpuffung ſchmelzen läßt. Nach dem Erkalten findet man im Schmelztiegel zwey Subſtanzen, welche ſich mittelſt eines Hammers von einander trennen laſſen, und wovon die untere das Spießglanzmetall iſt, die obere aber aus den Laugenſalzen des Salpeters und Weinſteins, dem Schwefel des Spießglanzes, einem Antheile von vitrioliſirtem Weinſteine, und noch etwas von der Schwefelleber aufgelöſetem Spießglanzmetalle beſteht, und den Nahmen der Schlacken des Spießglanzes erhalten hat. Wenn man dieſe Schlacken im kochenden Waſſer auflöſet, und heiß durchſeihet, ſo erhält man eine klare Auflöſung von einer braunrothen Farbe. Wird dieſe Auflöſung mit einer Säure geſättiget, ſo ſchlägt ſich eine ſchöne orangefarbene Subſtanz nieder, welche Goldſchwefel des Spießglanzes, güldiſcher Spießglanzſchwefel (ſulphur auratum antimonii) genannt wird. Wenn man gleiche Theile vom rohen Spießglanze und Salpeter mit einander verpufft, ſo erhält man nach dem Schmelzen eine Spießglanzleber (hepar antimonii). Die Entſtehung der

Spieß-

Spießglanzleber hat darin ihren Grund, daß ein Theil des Schwefels, des rohen Spießglanzes, und der reguliniſche Antheil deſſelben mit der Salpeterſäure beym Glühen die Verpuffung bewirkt, ein anderer Theil des Schwefels aber aus Mangel der nöthigen Menge Salpeters übrig bleibt, mit dem frey gewordenen Alkali des letztern eine Schwefelleber bildet, welche die unvollkommen verkalkte Spießglanztheile auflöſet, und ſo eine Spießglanzleber macht. Die erzeugte Schwefelſäure hilft mit einem andern Theile des Alkali's vom Salpeter den vitrioliſirten Salpeter bilden. Kocht man die zerſtoßene Spießglanzleber in Waſſer, ſo löſet ſich ihr ſchwefelleberartiger Theil, und mit ihm zugleich ein großer Theil des Metalliſchen auf. Ein Theil bleibt aber unaufgelöſet zurück, welcher braunroth ausſiehet, und nach dem völligen Ausſüßen und Trocknen **Metallenſafran**, **Spießglanzſafran** (crocus metallorum) genennet wird. Es iſt ein unvollkommen verkalktes aber noch mit etwas wenigem Schwefel verbundenes Spießglanz, und ſtößt daher mit Salzſäure übergoſſen hepatiſches Gas aus.

Die meiſten Metalle, als z. B. Eiſen, Kupfer, Zinn, Bley, Silber u. ſ. f. ſind mit dem Schwefel näher verwandt, als das Spießglanzmetall. Sie ſchlagen daher das letztere nieder, wenn ſie in gehörigen Verhältniſſen zu dem geſchmolzenen Spießglanze hinzugeſetzet werden. Auf ſolche Art erhält man den **durch Eiſen, Kupfer, Bley** u. ſ. f. **bereiteten Spießglanzkönig**. Den reinſten gewinnt man durchs Eiſen, welches mit dem Schwefel am näheſten verwandt iſt.

Bey allen möglichen Gewinnungen neuer Produkte aus dem Spießglanze vermittelſt des Feuers ſteigt mit dem Schwefel etwas Metalliſches im Rauche auf, und dieſer bildet, wenn er kalte Flächen berühret, eine mehlige Subſtanz, die gewöhnlich mit dem Nahmen der **Spießglanzblumen** (flores antimonii) beleget wird.

Aus dem rohen Spießglanze läßt ſich auf naſſem Wege durch Königswaſſer der reguliniſche Theil am beſten auszie-

hen.

hen. Hierzu dienet ein Königswaſſer aus 3 Theilen concentrirter Salpeterſäure und 1 Theile ſtarker Salpeterſäure; es greift das Metall in der Wärme ſchnell an, und läßt, wenn es in hinreichender Menge angewendet wird, den Schwefel zurück.

Das **Spießglanzmetall**, der **Spießglanzkönig** (ſtibium, regulus antimonii, regulus ſtibii) iſt von einer zinnweißen Farbe, mäßig hart, und ſo ſpröde, daß es ſich ſehr leicht in Pulver zerſchlagen läßt. Sein ſpecifiſches Gewicht gegen das Waſſer iſt 6,860. Es beſteht aus Blättern. Es iſt dieſe blätterige Fügung auch äußerlich an ihm wahrzunehmen, wenn man es nach dem völligen Schmelzen langſam hat erkalten laſſen, und bildet auf der Oberfläche eine Art von Stern. An der Luft verlieret es nur wenig von ſeinem Glanze, und roſtet nicht eigentlich. Das Waſſer hat ganz und gar keine Wirkung darauf. Es beſitzet weder Geruch noch Geſchmack.

Dieß Metall ſchmelzt bey dem Glühen in einer Hitze, die man auf 810° Fahrenh. ſchätzt. In der Weißglühehitze iſt es flüchtig, und läßt ſich beym Ausſchluſſe der Luft in die Höhe treiben; beym Zutritte der Luft hingegen verkalkt ſich sein Dampf, und bildet ſo einen weißen Rauch, welcher ſich als ein **unvollkommener Spießglanzkalk** (Spießglanzblumen) anlegt, und einige Auflösbarkeit im Waſſer zeiget. In einer geringen Hitze wird das Spießglanzmetall beym Schmelzen in ein weißgraues Pulver verkalkt, welches ebenfalls ein unvollkommener Spießglanzkalk, aber von noch minderem Grade, als der vorige, iſt, und ſich leicht in dieſen verwandelt und verflüchtiget. Wegen dieſer Flüchtigkeit läßt ſich das Spießglanzmetall in keinen vollkommenen Kalk durchs bloße Feuer und Luft verwandeln. Dieß kann aber durchs Verpuffen mit Salpeter geſchehen, wenn man nämlich einen Theil deſſelben mit zwey Theilen trockenem Salpeter fein pulvert und vermengt, und in einen glühenden Schmelztiegel löffelweiſe einträgt. Der zurückbleibende vollkommene Spießglanzkalk, der auch **ſchweißtreibendes**

Spieß-

Spießglanz (antimonium diaphoreticum), weißer Spießglanzkalk (cerussa antimonii), mineraliſcher Bezoar (bezoaricum minerale) heißt, läßt ſich durchs Aussüßen von dem dabey befindlichen Gewächsalkali trennen, iſt weiß, unſchmackhaft, völlig feuerbeſtändig, und fließt im heftigſten Feuer zu einem gelblichen Glaſe.

Von den Säuren greift keine, als die concentrirte und durch Hitze unterſtützte Schwefelſäure, die Salpeterſäure und die Salzſäure das Spießglanzmetall an; den unvollkommenen Kalk deſſelben hingegen löſen ſie alle auf, nur die Kohlenſäure ausgenommen, welche damit keine Verwandtſchaft hat. Zur Auflöſung des reguliniſchen Spießglanzes bedienet man ſich nach Scheffter *) am beſten des Königswaſſers aus 5 Theilen concentrirter ſalzigen Säure, und 1 Theile concentrirter Salpeterſäure. Die Auflöſung iſt farbenlos. Das nach dem Abdampfen derſelben zurückbleibend ſalzigſaure Spießglanz läßt ſich in der Hitze aus einer Retorte übertreiben, und bildet dann eine Auflöſung von deſto dicklicherer Conſiſtenz, je mehr ſie concentrirt iſt. Dieſerwegen hat ſie auch den Nahmen der Spießglanzbutter (butyrum antimonii) erhalten. An der Luft zieht ſie Feuchtigkeit an, und wird dünner an der Conſiſtenz. Sie iſt ätzend und ſcharf. Durch Verdünnung mit Waſſer läßt ſie ein weißes Pulver fallen, das noch unvollkommener Spießglanzkalk iſt, welcher das Algarothpulver (puluis Algaroth, mercurius vitae) genennet wird.

Von den Pflanzenſäuren wird das reguliniſche Spießglanz nur ſchwach angegriffen, im rohen Spießglanze aber wird der metalliſche Theil, ſo wie in den unvollkommenen Kalken, von ihnen ſehr leicht aufgelöſet. Daher dienen die Pflanzenſäuren beſonders zur Bereitung des Brechweinſteins (tartarus antimonialis ſ. emeticus), welchen man nach Saunder β) am beſten aus ½ Pfunde Glas vom Spießglanze

*) Chymiſche Vorleſung. §. 154.
β) Obſerv. de antimonio eiusque vſu in morbis curandis. Lond. 1773. 8.

glanze und 1 Pfunde gepulverten Weinſteinkryſtallen durch 10ſtündiges Kochen in 16 Unzen deſtillirtem Waſſer erhält, wenn die entſtandene Salzlauge bis zur ſtaubigen Trockniß abgeraucht, und alles metalliſche Geräthe dabey entfernet wird. Dieſer Brechweinſtein iſt eigentlich eine Verbindung aus weinſteinſaurem Spießglanze, und ſpießglanzhaltigem tartariſirtem Weinſteine. Auch der Wein löſet vermöge ſeiner Salz- und Eſſigtheilchen vom Glaſe des Spießglanzes etwas auf und bildet damit den **Brechwein** (vinum emeticum). **Huxhams Spießglanzwein** (vinum antimonii, eſſentia antimonii *Huxhami*) wird durch 12tägiges Digeriren des Glaſes vom Spießglanze mit 24 Theilen Madera- oder ſpaniſchem Wein nach einem reinlichen Durchſeihen erhalten.

Mit dem Schwefel verbindet ſich das reguliniſche Spießglanz im Fluſſe ſehr leicht, und es geſteht damit beym langſamen Erkalten zu einer ſtrahligen Materie von einer Bleyfarbe und einem metalliſchen Glanze, welches das wahre rohe Spießglanz iſt, das durchs Ausſchmelzen aus dem grauen Spießglanzerze gewonnen wird. Wenn man einen Theil zart gepulverten, rohen Spießglanz mit 4 Theilen gereinigter Potaſche und 16 Theilen ſiedenden Waſſer in einem eiſernen Topfe unter beſtändigem Umrühren eine Viertelſtunde lang ſieden, hierauf die heiße Abkochung durchſeihet, ſo fällt beym Erkalten der ſo genannte **mineraliſche Kermes** oder das **Carthäuſerpulver** (kermes minerale, pulvis carthuſianorum) nieder, welches von dem Goldſchwefel nur durch den größern Gehalt an metalliſchen Spießglanztheilen unterſchieden iſt. Die Auflöslichkeit der Verbindung des Schwefelalkali mit Spießglanzkalke in Alkohol hat zur Bereitung mehrerer ſo genannter **Spießglanztinkturen** (tincturae antimonii) Gelegenheit gegeben.

Schmelzt man einen Theil Potaſche mit 5 Theilen rohem Spießglanze zuſammen, gießt die gut geſchmolzene Maſſe in einen Gießpuckel aus, und ſondert nach dem Erkalten die lockern Schlacken ab, ſo erhält man glasartige dunkelbraune,

braune, dichte, an der Luft nicht feucht werdende, im Waſſer unauflösliche Maſſe, welche Schwefelſpießglanz iſt, das weniger Schwefel als das gemeine oder natürliche, und worin zugleich das Metall etwas mehr verkalkt iſt. Es hat den ſonderbaren Nahmen des **mediciniſchen Spießglanzkönigs** (regulus antimonii medicinalis) von den ältern Chemikern erhalten.

Mit den Metallen verbindet ſich der Spießglanzkönig, jedoch mit allen nicht gleich gut. Die dadurch entſtandene Verbindung wird ſpröder und an Farbe bleicher. Wenn man rohes Spießglanz mit Golde zuſammenſchmelzet, ſo wird erſteres zerſetzt. Es verbindet ſich nämlich das Gold mit dem metalliſchen Theile des Spießglanzes, und der Schwefel des letztern mit den etwa dem Golde beygemiſchten andern Metallen. Hierauf gründet ſich ein Mittel, das Gold fein zu machen, welches **das Gießen des Goldes durch Spießglanz** genannt wird. Wenn man nämlich das mit dem Golde zuſammengeſchmolzene Spießglanz durch Blaſen mit einem Handblaſebalge verdampfen läßt, ſo bleibt dadurch das Gold ganz fein zurück. Uebrigens hat das Spießglanz gegen den Sauerſtoff eine größere Verwandtſchaft, als das Gold.

Sonſt dienet das Spießglanzmetall mit Verſetzungen anderer Metalle ſehr gut zu Spiegelmaſſen bey den Teleſkopen. Bley mit Spießglanze zuſammengeſchmolzen gibt eine gute Maſſe zu Buchdruckerlettern; hierzu nimmt man gewöhnlich 80 Theile Bley und 25 bis 15 Theile Spießglanz.

M. ſ. **Gren** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. III. Halle, 1795. 8. §. 3290 f.; deſſen Grundriß der Chemie. B. II. Halle, 1797. 8. §. 1690 f.

Spinne, elektriſche ſ. **Flaſche, geladene.**

Spiritus ſ. **Geiſt.**

Spitzen, elektriſirte (cuſpides conductorum electricorum, pointes électriques). Hierunter verſteht man leitende nicht iſolirte Spitzen, welche die merkwürdige Eigenſchaft beſitzen, daß ſie die Elektricität in einer beträcht-

lichen Entfernung von dem elektriſchen oder geladenen Körper annehmen, ohne daß hierbey ein Funke entſteht, ſondern man bemerket dabey im Dunkeln nur ein elektriſches Licht. Dagegen thun dieß ſtumpfe abgerundete Körper ſo leicht nicht, und die Mittheilung der Elektricität geſchiehet erſt in einer weit kürzern Entfernung und mit Entſtehung eines Funkens; bey ganz platten Flächen, beſonders wenn ihre Ecken abgerundet ſind, iſt die Schwierigkeit der Mittheilung der Elektricität noch weit größer, und oftmahls findet gar keine Statt, wenn ſich auch die Platten mit den elektriſchen Körpern unmittelbar berühren.

Der Abt Nollet [α]) bemerkte um 1746, daß ſeine Spitzen das elektriſche Licht am leichteſten ausſendeten, dagegen aber andere elektriſche Erſcheinungen nicht ſo ſtark, als abgerundete Körper zeigten. Er führet an [β]), daß ſchon vor ihm Jallabert in Genf die Erſcheinungen an einem ſpitzig zugeendeten Leiter anders, als am andern runden Ende bemerket habe. Ellicott [γ]), welcher dieß durch den Abt Nollet erfahren hatte, ſuchte ſchon im Jahre 1747 eine Erklärung davon zu geben. Weit wichtiger ſind jedoch die Unterſuchungen, welche D. Franklin über die Eigenſchaften der elektriſirten Spitzen anſtellte. In ſeinen Briefen [δ]) führet er dieſe ſonderbare Kraft der Spitzen in Anſehung der Ableitung und der Ausſtrömung der Elektricität als eine Entdeckung ſeiner Freunde in Amerika an. Nach der Zeit aber bemerket er [ε]), daß er von dieſer merkwürdigen Eigenſchaft der Spitzen Nachricht durch ſeinen Freund Thomas Hopkinſon erhalten habe, welcher eine eiſerne Kugel mit einer daran befeſtigten Nadel, um ſeiner Meinung nach in der Spitze die Elektri-

α) Recherches ſur les cauſes particulieres des phénom. électr. Paris 1749. 12. p. 146.

β) Lettres ſur l'électricité, Vol. I. Paris 1753. 12. p. 130.

γ) Philoſoph. Tranſact. Vol. XLV. for 1748. Nro 486. p. 210.

δ) Franklins Briefe durch Wilke überſ. II. Brief an Collinſon vom 1ten September 1747. S. 14.

ε) New exper. and. obſerv. on electricity by Mr. *Benjam. Franklin.* Lond. 1769.

Elektricität zu concentriren, elektriſiret, zu ſeinem Erſtaunen aber gar keine Elektricität darin angetroffen habe.

Elektriſirte Körper werden durch ſpitzige Leiter in einer weit größern Entfernung, als durch Leiter von andern Geſtalten entladen; auch nehmen die Spitzen die Elektricität von andern Körpern in weit größerer Entfernung an, als abgerundete Leiter. Hierbey iſt gewöhnlich auch der Uebergang der Elektricität aus den elektriſirten Körpern mit keinem ſchallenden Funken begleitet, ſo wie er nicht plötzlich auf ein Mahl, ſondern nur nach und nach erfolget. In Anſehung des elektriſchen Lichtes, welches man an den Spitzen im Dunkeln wahrnimmt, iſt aber ein beträchtlicher Unterſchied, nachdem der elektriſirte Körper entweder poſitive oder negative Elektricität beſitzet. Hat nämlich dieſer Körper + E, ſo zeiget ſich an der Spitze ein leuchtender Punkt oder Stern, hat er aber — E, ſo nimmt man einen Strahlenkegel wahr, welcher von der Spitze ausgehet. Uebrigens fühlt man in beyden Fällen eine gelinde Bewegung oder ein Blaſen, welches jederzeit von der Spitze ausgehet, ſie mag + E oder — E haben. M. ſ. Rad, elektriſches.

Wegen der Eigenſchaft der Spitzen, daß ſie die Elektricität ſelbſt außerordentlich ſtark geladener Leidner Flaſchen, ohne Schlag entladen, hat ſchon Franklin dieſelben als eine wichtige Sache bey den Blitzableitern empfohlen. M. ſ. Blitzableiter. Man glaubte ihre Wirkung durch mancherley Verſuche deutlich zu beweiſen. So läßt ſich unter anderen eine große vollkommen geladene Flaſche, welche bey dem gewöhnlichen Verfahren einen fürchterlichen Schlag geben würde, ohne merkliche Wirkung auf folgende Art völlig entladen. Man berühret mit der einen Hand die äußere Belegung, und mit der andern bringt man die Spitze einer Nadel allmählig gegen den Knopf der Flaſche, bis die Spitze den Knopf berühret; auf dieſe Art erhält man entweder bis zur völligen Ausladung gar keinen Schlag, oder doch nur einen äußerſt unmerklichen.

Auch wenn man während des Ganges der Elektriſirmaſchine einen meſſingenen Knopf gegen den erſten Leiter ſo nahe hält, daß beſtändig Funken gegen denſelben ſchlagen, ſo hören dieſe ſogleich auf, ſo bald man die Spitze einer Nadel etwa doppelt ſo weit von dem erſten Leiter hält, als der Knopf davon entfernet iſt; oder ſo bald man die Nadel mit aufwärts gekehrter Spitze auf den erſten Leiter befeſtiget.

Wenn man ferner eine kleine Flocke Baumwolle, welche ſehr locker von einander gezogen worden, an einen leinenen 5 bis 6 Zoll langen Faden an den erſten Leiter der Maſchine befeſtiget, ſo wird ſie beym Drehen der Maſchine ſtark aufſchwellen, und ſich gegen einen nahe gebrachten Leiter hin ſtrecken. Bringt man nun während dieſer Stellung des Leiters eine Spitze der Baumwolle nahe, ſo ziehet ſie ſich ſogleich zuſammen, und wird von dem erſten Leiter der Maſchine angezogen. Nimmt man hiernächſt die Spitze hinweg, ſo breitet ſich die Baumwolle wieder aus, und geht aufs neue gegen den in die Nähe gebrachten Leiter. Belegt man eine mit Metallblättchen große gut aufgeblaſene Blaſe, hängt ſie an einen langen ſeidenen Faden auf, ohne daß ein Leiter in der Nähe iſt, elektriſiret ſie, und bringt einen metallenen Knopf gegen ſelbige, ſo wird ſie von demſelben angezogen, und durch einen Funken entladen. Nähert man aber derſelben ſtatt des Knopfes eine Spitze, ſo geſchiehet die Entladung ganz ſtillſchweigend und ohne Anziehung. Nach den Verſuchen des Henley zeiget ſich vielmehr ein Zurückſtoßen, wenn man die Spitze der Nadel plötzlich entgegenſtellet.

Unerachtet aller dieſer Verſuche, beſonders auch derjenigen, die man in England zur Vertheidigung der zugeſpitzten Blitzableiter angeſtellet hat, und die man beym Cavallo *) findet, hat man doch in den neuern Zeiten die Spitzen an den Blitzableitern nicht ſo wirkſam befunden, als man ſich vormahls eingebildet hat. M. ſ. Blitzableiter.

In-

*) Vollſtändige Abhandl. der Lehre von der Elektricität, I. Band. Leipz. 1797. 8. S. 256 f.

Inzwiſchen haben doch dieſe Bemühungen einen außerordentlichen Werth. Denn dadurch iſt ohne allen Zweifel bewieſen worden, daß die Spitzen die Mittheilung der Elektricität ungemein erleichtern, ſo daß das Ueberſtrömen der Elektricität aus einer Spitze in einen andern Körper ohne Entſtehung eines Funkens anhaltend ſo lange geſchehen kann, als Elektricität erzeuget wird, welches beſonders in der mediciniſchen Elektricität mit vielem Vortheile gebrauchet wird. Auch hat man hieraus kennen gelernet, daß an ſolchen Körpern die Spitzen ſorgfältig zu vermeiden ſind, wo man geſammelte Elektricität beyſammen halten, und ſelbſt auf lange Zeit erhalten will, wie am erſten Leiter der Maſchine, an den Belegungen der Leidner Flaſchen, am Condenſator, Elektrophor u. ſ. w.

Die Naturforſcher haben ſich verſchiedentlich bemühet, die angeführten merkwürdigen Eigenſchaften der Spitzen zu erklären. Ellicott, welcher bloß die Eigenſchaft kannte, daß die Elektricität aus den Spitzen am Leiter merklicher ausſtrömen, als aus den übrigen Theilen, meinte, die Ausflüſſe, welche längs dem Leiter hinlieſen, würden deſto mehr zuſammengebracht, je näher ſie den Spitzen kämen, mithin müßten ſie daſelbſt weit dichter ſeyn, als irgend an einem andern Theile. Der Abt Nollet *) verſuchte die Urſache hiervon aus ſeiner Hypotheſe der gleichzeitigen Zu- und Ausflüſſe abzuleiten. Er ſagt, bewegte Körper gehen dahin, wo ſie den geringſten Widerſtand finden. Die Ausflüſſe müſſen einen doppelten Widerſtand überwinden, den der Luft und den der gleichzeitigen Zuflüſſe. Für dieſe Zuflüſſe hat aber eine Spitze wenig oder gar keine Poren; mithin wenden ſich dieſe gegen andere Stellen, und laſſen daher den Weg für die Ausflüſſe hier frey. Weil demnach für die Ausflüſſe an den Spitzen der wenigſte Widerſtand anzutreffen iſt, ſo ſtrömen ſie am häufigſten dahin, und eine geringere Menge geht nach den übrigen Poren.

*) Lettres ſur l'électricité. P. I. lett. 6.

Beccaria *) erkläret die Erſcheinungen der Spitzen aus dem durch die Erfahrung beſtätigten Satze, daß ſich die elektriſche Materie in den kleinſten Körpern mit der größten Heftigkeit bewege. Es würden daher alle elektriſche Erſcheinungen an den Spitzen der Körper am merklichſten ſeyn, und die elektriſche Materie werde folglich daſelbſt am geſchwindeſten zerſtreuet. Allein hierdurch wird der eigentliche Hauptpunkt nicht erkläret.

D. Franklin β) ſuchte die Wirkung zugeſpitzter Körper aus der Anziehung der Körper gegen die elektriſche Materie herzuleiten. Dieſe, ſagt er, ſey deſto ſtärker, je größer die Oberfläche iſt, welche einem Theile der elektriſchen Atmoſphäre zur Baſis dienet. Bey einem zugeſpitzten Körper iſt dieſe Baſis ſehr gering, mithin wirkt die elektriſche Anziehung des elektriſirten Körpers gegen die Spitze ſehr ſchwach, und das elektriſche Ein- oder Ausſtrömen iſt daſelbſt weit ſchwächer, als da, wo die Baſis eine breite Fläche darſtellet. Franklin geſteht aber ſelbſt, daß er mit dieſer Erklärung nicht vollkommen zufrieden wäre.

Andere neuere, welche mit Franklin ebenfalls nur eine elektriſche Materie annehmen, nehmen zur Erklärung der Erſcheinungen an den ſpitzen Leitern auch die umgebende Luft zu Hülfe, welcher von dem elektriſirten Körper beſtändig Elektricität mitgetheilt wird, die ſich dadurch nach und nach zerſtreuet. Hieraus folget aber, daß eine Oberfläche von beſtimmter Größe ihre Elektricität ſchneller oder langſamer verlieret, je mehr oder je weniger Luft ſich mit ihr in Berührung findet. Nun iſt aber eine Nadelſpitze faſt gänzlich mit Luft umgeben, da hingegen ein gleich großer Fleck auf der Fläche des erſten Leiters von weit weniger Luft berühret wird. Daher zerſtreuet ſich die dem erſten Leiter mitgetheilte Elektricität weit leichter durch die Nadelſpitze, als durch den bemerkten Fleck oder durch irgend einen andern Theil des erſten Leiters. Ueberdieß kann ſich die Luft um die Spitze in Abſicht auf das

*) Del elettriciſmo artificiale. Bologna 1758. 4. p. 50.

β) Briefe von der Elektricität durch Wilke, S. 87 u. f.

das elektriſche Abſtoßen weit leichter und freyer bewegen, als an irgend einer andern Stelle der Oberfläche des erſten Leiters; es geht daher weit öfter friſche, d. i. noch unelektriſirte Luft an der Spitze vorüber, welche allezeit einen Theil der Elektricität des Körpers in ſich nimmt, und alſo die Zerſtreuung noch mehr befördert. — Ob man gleich dieſer Erklärung entgegenſetzen kann, daß die Luft, welche ſonſt ein Nichtleiter iſt, hier als das Mittel der elektriſchen Mittheilung angenommen wird, ſo lehret doch die Erfahrung, daß ſich die Luft in Anſehung der Spitzen als ein leitender Körper verhält. Wenn man z. B. zwey oder mehrere Nadeln mit aufwärts gekehrten Spitzen auf den erſten Leiter der Maſchine befeſtiget, ſo wird man dadurch beym Gange der Maſchine die Luft des Zimmers in weniger als einer Viertelſtunde Zeit ſehr merklich durch Mittheilung elektriſirt finden, und bleibt auch ſo, wenn man gleich die Maſchine aus dem Zimmer wegbringen läßt. Indeſſen erkläret dieß doch noch nicht die Art und Weiſe, warum die Elektricität mit ſolcher Leichtigkeit von den Spitzen aufgenommen oder ausgeſendet werde. Cavallo ſucht aber auch dieſe Wirkung auf folgende Art zu erklären *): er ſagt, bringt man einen ſpitzigen nicht iſolirten Leiter gegen einen elektriſchen Körper, ſo beſitzet er eigentlich nicht die Eigenſchaft, Elektricität an ſich zu ziehen. Er wirkt bloß, wie ein nicht iſolirter Leiter, der dem Uebergange der Elektricität keinen Widerſtand leiſtet. Wäre eben dieſer Leiter nicht ſpitzig, ſondern hätte er eine runde oder platte Fläche, welche man dem elektriſchen Körper entgegen halten könnte, ſo würde er auch in dieſem Falle dem Uebergange der elektriſchen Materie keinen größern Widerſtand leiſten. Die Urſache aber, warum die elektriſche Materie nicht ganz ſo leicht aus dem elektriſirten Körper in den kugelförmigen oder flachen Leiter übergehet, als in die ſpitzigen, liegt darin, weil in dem erſten Falle die Intenſität der Elektricität in dem elektriſchen Kör-

*) Vollſtändige Abhandlung der Lehre von der Elektricität. Leipz 1797. 8. B. II. S. 145.

Körper durch die dagegen gehaltene Fläche geſchwächet wird; denn dieſe nimmt die entgegengeſetzte Elektricität an, hält folglich der verringerten Intenſität weit mehr das Gleichgewicht, als dieß eine Spitze zu thun vermag. Hieraus ſieht man alſo, daß dieß nicht eine beſondere Eigenſchaft einer Spitze oder ebenen Fläche iſt, ſondern von dem verſchiedenen Zuſtande des elektriſchen Körpers herrühret, der ſeine Elektricität leichter und in einer größern Entfernung gehen läßt, wenn man ihm eine ſpitzige leitende Subſtanz, als eine flache abgerundete, entgegen hält.

Man ſieht wohl, daß dieß auf den Geſetzen der Vertheilung der Elektricität beruhet; denn hiernach muß nothwendig in dem elektriſirten Körper die Elektricität deſto ſtärker gebunden werden, je größer die Fläche iſt, die in den Wirkungskreis deſſelben kommt. Hätte aber dieſe Fläche Hervorragungen, ſo würde auch hier der Uebergang der elektriſchen Materie dieſerwegen leichter erfolgen, als an andern Stellen der Fläche, weil der Widerſtand, welchen die Elektricität beym Durchbruche durch die Luft überwinden muß, weit geringer iſt. Weil alſo eine einzige Spitze, ſo bald ſie in den Wirkungskreis eines elektriſirten Körpers kömmt, gleichſam die Elektricität nur auf einen einzigen Punkt in ſenkrechter Richtung bindet, gegen die übrigen Stellen des elektriſirten Körpers aber nur in ſchiefen Richtungen wirket, ſo muß nothwendig die im elektriſirten Körper befindliche Elektricität weit ſchwächer gebunden ſeyn, als wenn mehrere Punkte eines Leiters, d. i. eine Fläche, in den Wirkungskreis des elektriſirten Körpers gebracht wird. Nähert man alſo die Spitze dem elektriſirten Körper nur ſo weit, daß das Gleichgewicht in der Spitze und in dem elektriſirten Körper aufhöret, ſo wird eine Mittheilung der Elektricität erfolgen, welche folglich in einer weit größern Entfernung geſchiehet, als bey abgerundeten oder platten Körpern, eben weil dieſe die Elektricität in elektriſirten Körpern mehr binden, mithin auch dieſen näher kommen müſſen, ehe das Gleichgewicht in beyden aufhören, und dann erſt eine Mit-

theilung Statt finden kann. Hieraus iſt es aber auch ſehr leicht begreiflich, daß die Mittheilung der Elektricität bey Spitzen nur alsdann ſtillſchweigend erfolgen könne, wenn der Uebergang der Elektrikität auf ein Mahl in nicht zu großer Menge geſchehen muß, welches bey unſern gewöhnlichen Verſuchen mit der Maſchine faſt alle Mahl der Fall iſt. Wenn hingegen allzu viel Elektricität auf ein Mahl übergehen muß, ſo wird auch der Uebergang mit einem Schlage verbunden ſeyn, und dieß ſcheint bey Gewittern Statt zu haben; daher man auch die Spitzen bey den Blitzableitern in den neuern Zeiten eben ſo erheblich nicht gefunden hat.

Noch eine andere Folge davon wird auch dieſe ſeyn, daß eine einzige Spitze mehr wirken muß, als zwey, drey oder mehrere zugleich. Denn wenn drey Spitzen zugleich in den Wirkungskreis eines elektriſirten Körpers kommen, ſo wird auch die Elektricität deſſelben unter ſonſt gleichen Umſtänden ſtärker gebunden, und es müſſen daher nothwendig die Spitzen dem elektriſirten Körper näher gebracht werden, ehe das Gleichgewicht gehoben, folglich eine Mittheilung der Elektricität Statt finden wird. Auch lehret dieß wirklich die Erfahrung. Schon Beccaria *) bemerket, daß zwey gleich ſcharfe Spitzen einem elektriſirten Leiter genähert erſt in der Hälfte derjenigen Entfernung leuchten, in welcher ſchon eine einzige zu leuchten anfängt. Bringt man eine leitende Spitze gegen den erſten Leiter der Maſchine, ſo hört er auf, gegen einen Knopf Funken zu ſchlagen; dieſe erſcheinen aber von neuem, wenn noch eine zweyte Spitze hinzu gebracht wird. Dieſen Verſuch führet Briſſon als einen Beweis an, wie unerklärlich die Wirkung der Spitzen ſey; aus dem Angeführten läßt er ſich aber ſehr leicht begreifen.

Herr de Lüc *) erkläret die Wirkung der Spitzen nach Volta's Theorie auf dieſe Art: ſie dienen gleichſam zum

 Canale,

*) Del elettricismo artif. p. 67.

*) Neue Ideen über die Meteorologie, B. I. §. 309.

Canale, wodurch ſich entfernte Leiter mit andern Körpern ins Gleichgewicht verſetzen, ohne daß die beyderſeitigen Wirkungskreiſe, welche durch die Länge der Spitzen aus einander gehalten werden, dieſes hindern. Die Spitze wirkt ſo lange mit gleicher Kraft, bis der Leiter, zu dem ſie gehört, das Gleichgewicht mit den übrigen Körpern, womit ſie in Verbindung ſich befindet, erlangt hat; anſtatt daß der Leiter, wenn er ſelbſt hier gegenwärtig wäre, durch ſeinen eigenen Wirkungskreis den Uebergang erſchweren oder wohl gar unmöglich machen würde. So hört das ſpitzige Ende eines langen in die Luft aufgerichteten Leiters nicht eher auf, ihr elektriſches Fluidum zu rauben, als bis dieſer Leiter gänzlich mit der Luft im Gleichgewichte iſt. Iſt er nun mit dem Boden in Verbindung, ſo wird er ohne Aufhören dazu beytragen, die Luft mit dem Boden ins Gleichgewicht zu bringen.

Woher das Blaſen bey den elektriſchen Spitzen gleich einem kühlen Winde komme, haben verſchiedene aus der beſtändigen Mittheilung oder dem Ausſtrömen der elektriſchen Materie erklären wollen; andere hingegen ſchreiben dieß einer Bewegung der von den Spitzen elektriſirten und abgeſtoßenen Luft zu. M. ſ. Rad, elektriſches.

M. ſ. Prieſtley Geſchichte der Elektricität durch Krünitz S. 81. 95 111. 276. 309. 390. Cavallo vollſtändige Abhandlung der Lehre von der Elektricität, 4te Aufl. Leipz. 1797. B. I. S. 39. 192 f. 245. 250. B. II. S. 109. 145. 218.

Sprachgewölbe, Sprachſaal (fornix acuſticus, voute acouſtique, cabinet ſecret) iſt ein mit Fleiß alſo gewölbter Saal, daß man diejenigen Reden, welche in einer Ecke deſſelben leiſe geſprochen werden, in der andern entfernten Ecke höret, ob ſie gleich in der Mitte nicht gehöret werden. Man begreift leicht, daß dieſer Erfolg bloß bey einer elliptiſchen Wölbung Statt finden kann, indem die Ellipſe die Eigenſchaft beſitzet, die aus einem Brennpunkte derſelben herkommenden Schallſtrahlen ſo zu reflektiren, daß ſie wieder in dem andern Brennpunkte derſelben

zuſam-

zuſammenkommen. Auf ſolche Art hört man die Worte, die in dem einen Brennpunkte des elliptiſch gewölbten Saales geſprochen werden, durch das Zuſammenkommen mehrerer Schallſtrahlen im andern Brennpunkte. Ein ſolches Zimmer iſt in der Sternwarte zu Paris angeleget, und **Brydone** erzählet eine ähnliche Wirkung von einer Kirche zu Girgenti in Sicilien.

Eine Sammlung von vielen alten und neuen Merkwürdigkeiten dieſer Art findet man beym **Kircher** in dem erſten Theile ſeiner Phonurgie, wohin unter andern das ſo genannte **Ohr des Dionyſius** (Orecchio di Dioniſio, grotta della favella) zu Syrakus gehöret, eine in einen Fels gehauene Grotte, die eine ſolche Form hatte, daß **Dionyſius** auch die leiſeſten Reden, welche darin geführet worden, gehöret haben ſoll, und welche nach **Kircher** paraboliſch gebauet ſeyn mußte, weil die Parabel vermöge ihrer Eigenſchaft alle mit der Axe parallele Schallſtrahlen nach der Zurückwerfung in den Brennpunkt zuſammenbringt. Herr **Beckmann** *) führet die Schriftſteller an, welche von dieſer Grotte handeln.

Nach **Derham** iſt in London die Kuppel der Paulskirche ſo gebauet, daß man den Schlag einer Taſchenuhr von einem Ende bis zum andern höret, und daß das leiſeſte Geziſch gleichſam einen Umlauf um die ganze Kuppel machet. Es hat dieſe Verſtärkung und Vervielfältigung des Schalles nicht allein unten an der Gallerie, ſondern auch an den höhern Stellen Statt, obgleich das Gewölbe oben eine große Oeffnung für die Laterne beſitzet.

Sprachrohr (tuba ſtentorea ſ. ſtentorophonica, porte voix) iſt ein Werkzeug, welches dazu dienet, Worte in ſelbiges zu ſprechen, ſo daß ſie dadurch verſtärket, und auf eine große Entfernung fortgeführet werden. Wenn man in die enge Oeffnung einer hohlen Röhre, welche etwa die Geſtalt eines Trichters hat, leiſe hineinredet, ſo wird ein anderer, welcher das Ohr nicht weit von der weiten Oeffnung

*) Beyträge zur Geſchichte der Erfindungen, B. I. S. 467.

nung der Röhre hat, die Rede deutlich und vernehmlich hören, da er ſonſt ohne das Rohr ſelbige nicht vernehmen würde. Denn hierdurch werden alle Schallſtrahlen, auch die, welche ſonſt nach den Seiten hingehen würden, in der Röhre zuſammengehalten, wovon eine große Menge an der innern Wand verſchiedentlich reflektirt, und zuletzt die meiſten in das Ohr des Hörers gebracht werden. Auf ſolche Art werden alſo die Schallſtrahlen nur ſo lange zuſammengehalten, als die Röhre lang iſt; denn ſo bald ſie an die weitere Oeffnung kommen, werden ſie nach andern Richtungen zerſtreuet. Wäre man daher vermögend, dem Rohre eine ſolche Geſtalt zu geben, daß alle Schallſtrahlen nach dem Ausgange aus demſelben mit einander parallel oder doch wenigſtens beynahe parallel gingen, ſo würde ſich dadurch der Schall auf eine ſehr große Entfernung fortpflanzen, und daſelbſt deutlich und vernehmlich gehöret werden.

Die Erfindung des Sprachrohrs haben verſchiedene ſchon in den älteſten Zeiten ſuchen wollen. So führet Kircher [α]) aus einer vorgeblichen Handſchrift von des Ariſtotelis ſecretis ad Alexandrum M. an, es habe Alexander ein großes Horn beſeſſen, womit er ſein Kriegsheer 100 Stadien weit habe zuſammen berufen können. Kircher gibt ſogar dieſes Inſtrument abgezeichnet an. Auch Morhof [β]) führet dieſe Stelle des dem Ariſtoteles untergeſchobenen Buches, das aus dem Arabiſchen ins Lateiniſche überſetzet und zu Bologna 1516 gedruckt worden iſt, jedoch ganz anders, als Kircher, an. In dieſem Horne haben einige das älteſte Sprachrohr zu finden geglaubt, welches Werkzeug folglich wenigſtens die Araber hätten kennen müſſen. Die Zeichnungen beweiſen aber, daß dieſes Horn nicht zum Sprechen dienen konnte, und daß es bloß zu den Blasinſtrumenten gehöret, deren hohes Alterthum von niemanden bezweifelt wird. Einige berufen ſich auch auf eine Stelle des Porta [γ]), wo das Sprachrohr angegeben ſey; allein ſeine

α) Ars magna lucis et vmbrae. Amſt. 1671. fol. 102.
β) Diſſ. de vitro per vocis ſonum rupto, in diſſ. acad. Hamb. 1699. 4.
γ) Magia naturalis, Lib. XX. cap. V.

ſeine Beſchreibung, die er davon gibt, beweiſet ganz deutlich, daß es kein Sprachrohr, ſondern nur ein Hörrohr war. Ferner glauben auch einige, daß Bacon von Verulamio das Sprachrohr deutlich unter dem Nahmen cornu venatorii beſchrieben habe [α]); Bacon hatte aber gewiß nicht daran gedacht, das von ihm beſchriebene Jägerhorn zu einem Sprachrohre zu gebrauchen, indem er bloß anführet, daß der Ton in ſelbigem verſtärket werde.

Vielmehr ſchreibt man wohl mit mehrerem Rechte die Erfindung des Sprachrohres, ſo wie es noch heutzutage im Gebrauche iſt, dem Ritter Samuel Morland zu, welcher daſſelbe um das Jahr 1670 in Geſtalt einer weiten Trompete, zuerſt aus Glas, nachher aber aus Kupfer verfertigte, und viele Verſuche damit in Gegenwart Königs Karls II. und des Prinzen Robert anſtellte [β]). Nachdem dieſe Erfindung bekannt ward, behauptete Kircher, dergleichen Werkzeuge ſchon vorher verfertiget zu haben. Allein das, was man in ſeinen ältern Schriften findet [γ]), ſind bloß Röhren, die man an den Mund der Redenden und zugleich an das Ohr des Zuhörers hält, alſo bloße Hörröhre, nicht Sprachröhre ſind, und ſeine Phonurgie, worin er meldet, daß ſein Hörrohr ſich auch als Sprachrohr gebrauchen laſſe, iſt erſt im Jahre 1673, mithin nach Morland's Schrift, herausgekommen. Kircher berufet ſich zwar dieſerwegen auf Schott und Harsdörfer, aber dieſe reden ebenfalls von nichts weiter, als von Hörröhren. In Frankreich hatte jedoch ein Auguſtinermönch Salar bereits 7 bis 8 Jahre vorher die ſchwache Stimme eines Baſſiſten durch ein Rohr verſtärket, aber ohne dabey die Abſicht zu haben, in die Ferne zu ſprechen [δ]).

Das

α) Hiſtoria naturalis ſ. ſylua ſyluarum. in opp.

β) An account of a ſpeaking trumpet, as it hath been contrived by *Sam. Morland*. Lond. 1771. auch Auszugsw. in Philoſoph. Tranſact. Nro 79. p. 3056.

γ) Ars magna lucis et vmbrae. muſargia vniuerſalis ſ. ars magna conſoni et diſſoni. Romae 1650. fol.

δ) Journal des ſavans ed. de Hollande, Tom. III. p. 126.

Das Sprachrohr von **Morland** hatte die noch jetzt gewöhnliche trichterförmige Geſtalt, an welcher man aber, jedoch ohne ſonderlichen Erfolg, gekünſtelt hat. Schon im Jahre 1672 ſchlug **Caſſegrain** α) vor, demſelben eine hyperboliſche Form zu geben, ſo daß die Axe des Rohres die Aſymptote dieſer Hyperbel wurde. **Conyers** β) gab ihm die verkürzte Geſtalt einer Glocke, und ließ die Worte durch ein anderes rechtwinklicht umgebogenes Rohr zur Seite hineinreden, und von dem halbkugelförmigen Ende der Glocke reflektiren. **Johann Matthias Haſe** γ) ſetzt das Sprachrohr aus einem elliptiſchen und einem hyperboliſchen Stücke ſo zuſammen, daß der Mund in einem Brennpunkte der Ellipſe angeſetzet wird, der andere aber zugleich der Brennpunkt der Parabel iſt. Nach der Theorie ſcheint dieß eine ſehr vollkommene Einrichtung zu ſeyn; allein die Erfahrung hat doch gelehret, daß ſie der gehofften Erwartung nicht entſpricht, vermuthlich weil der Schall nie genau aus einem Punkte kommt. Herr **Lambert** δ) hat gewieſen, daß die Figur eines abgekürzten geraden Kegels, wo nicht die beſte, doch wenigſtens eben ſo gut, als jede andere iſt. Es ſey (fig. 102.) abed der abgekürzte gerade Kegel, der als Sprachrohr dienen ſoll, de die obere Oeffnung, an welche der Mund gebracht wird, gf die Länge der Axe, und ad die Länge der Seitenlinie. Hier entſteht nun die Frage, wie groß müſſen die Grundflächen im Durchmeſſer, und wie groß die Länge der Axe ſeyn, wenn das Sprachrohr dienen ſoll, die Worte einer ſtark hineinredenden Perſon bis auf eine verlangte Entfernung verſtändlich fortzupflanzen? Es ſchneide die verlängerte Seitenlinie

ad

α) Journal des ſavans, Tom. III. p. 131.

β) Philoſoph. Transact. n. 141. p. 1027.

γ) Diſſ. de tubis ſtentoreis. Lipſ. 1719. 4.

δ) Sur quelques inſtrumens acouſtiques in den mémoir. de l'Acad. roy de ſcienc de Berlin 176 . S. 87. Deutſch: J. H. Lamberts Abhandlung über einige akuſtiſche Inſtrumente, mit Zuſätzen über das ſo genannte Horn des Alexanders des Großen, über Erfahrungen an einem elliptiſchen Sprachrohre und über die Anwendung der Sprachröhre zur Telegraphie von Gottf. Huth. Berlin 1796. 8.

a d des Kegels a d b e ſeine Axe in dem Punkte c; ſo iſt c die Spitze des ganzen Kegels, wovon der abgekürzte einen Theil ausmacht, und f c a iſt der halbe Winkel an der Spitze. Nach der Theorie muß nun der halbe Durchmeſſer f a der größern Grundfläche ſo groß ſeyn, als die Länge c d der Seitenlinie des kleinern oben abgeſchnittenen Kegels; die Oeffnung d e aber kann im Durchmeſſer $1\frac{1}{2}$ Zoll groß gemacht werden, damit ſie am Munde bequem anſchließe. Wenn nun die Größe des Winkels an der Spitze, mithin auch ſeine Hälfte bekannt iſt, und die Länge c a der Seitenlinie des ganzen Kegels, ſo kann der halbe Durchmeſſer f a der größern Grundfläche trigonometriſch gefunden werden; man hat nämlich ſin. tot. : ſin. f c a = c a : f a. Eben ſo groß muß c d ſeyn, und dieſe Länge c d von c a abgezogen gibt die Länge a d der Seitenlinie des abgekürzten Kegels, der als Sprachrohr dienen ſoll. Herr Lambert ſchließt aus der Theorie noch folgende Regeln, um den Winkel an der Spitze und die Länge der Seitenlinie c a zu finden:

1) Man dividire die Quadratwurzel aus der Zahl 2 mit einem Quotienten, der gefunden wird, wenn man die Entfernung, auf welche durchs Sprachrohr deutlich geredet werden ſoll, durch die Entfernung, auf welche die ins Rohr ſprechende Perſon ohne daſſelbe verſtändlich gehöret werden kann, dividiret; man hat alsdann die Länge eines Bogens für den Halbmeſſer = 1, der das Maß des halben Winkels f c a an der Spitze abgibt.

2) Man quadrire den n. 1. angeführten Quotienten, und nehme $\frac{3}{8}$ von ihrer Quadratzahl, ſo hat man die Länge c a der Seitenlinie in Zollen; alsdann kann, wie vorhin angeführet iſt, a f = c d, und daraus ferner a d gefunden werden.

Exemp. Die größte Entfernung, auf welche die Worte einer ſtark redenden Perſon verſtändlich gehöret werden können, betrage etwa 400 Fuß, ſoll nun das Sprachrohr die hineingeredeten Worte auf 5000 Fuß weit verſtändlich fortpflanzen, ſo iſt der n. 1. angeführte Quotiente $= \frac{5000}{400} =$

$12\frac{1}{2}$. Ferner iſt $\sqrt{2} = 1.414213$, und dieſe Zahl nach n. 1. mit 12,5 dividiret, gibt 0,11313 für die Länge des mit dem Halbmeſſer = 1 beſchriebenen Bogens, der das Maß des Winkels fca abgibt. Weil dieſer Winkel nun klein iſt, ſo iſt der Sinus von dieſem Bogen nur bis auf eine nicht zu achtende Kleinigkeit verſchieden, und man findet gleich fa, wenn man ca mit der Zahl 0,11313 multipliciret. Ferner iſt von 12,5 die Quadratzahl 156,25, und hiervon $\frac{3}{8}$ genommen gibt die Länge ca von 58,6 Zollen. Wird dieſe nun weiter mit 0,11313 multipliciret, ſo findet man fa, oder cd = 6,6 Zoll, und dieſer von 58,6 Zoll abgezogen, geben die Länge von da von 52 Zollen oder 4 Fuß 4 Zoll. Dieß Sprachrohr vergrößert die Entfernung, in welcher die Worte einer laut redenden Perſon verſtändlich gehöret werden können, $12\frac{1}{2}$ Mahl. Wäre die Stimme der Perſon nicht ſtark genug, um ſie auf 400 Fuß weit noch verſtändlich zu hören, ſo würde man dieſe Perſon durch dieß Sprachrohr auch nicht in der Entfernung von 5000 Fuß verſtehen.

Man iſt auch der Meinung geweſen, das Sprachrohr müſſe durch ſeine eigenen Schwingungen, wie bey Blasinſtrumenten, mit zur Verſtärkung des Schalles dienen, und daher aus ſehr elaſtiſchen Materien verfertiget werden. Allein bey dem Sprachrohre kommt es nicht ſowohl auf die Verſtärkung des Schalles, ſondern vorzüglich auf die Deutlichkeit und Vernehmlichkeit der in ſelbiges geredeten Worte an; in dieſer Rückſicht ſcheint alſo die Güte des Sprachrohrs mehr von der Geſtalt und der Zurückwerfung der Schallſtrahlen, als von der Materie, aus welcher es verfertiget wird, abzuhangen.

M. ſ. **Beckmann** Beyträge zur Geſchichte der Erfindungen. B. I. Leipz. 1782. S 455 f. **Karſten** Anfangsgr. der Naturlehre mit Anmerk. von **Gren**. Halle, 1790. 8. §. 324 f.

Springbrunnen, Fontänen (fontes ſalientes, aquae ſalientes, fontaines, jets d'eau, eaux ſailliſantes). Unter dieſem Ausdrucke verſteht man künſtliche Veranſtal-

anſtaltungen, bey welchen Waſſer aus Oeffnungen von Röhren mit einer ſolchen Gewalt getrieben wird, daß es in freyer Luft aufſteigen, oder in die Höhe ſpritzen muß. In dieſem weitläuftigen Verſtande ſind unter den Springbrunnen auch alle Arten von Spritzen begriffen. Im gewöhnlichſten Sinne enthalten aber die Springbrunnen nur ſolche Veranſtaltungen, die das Waſſer zum Vergnügen durch keine Menſchenkräfte, ſondern durch andere Kräfte in die Höhe treiben oder in der freyen Luft zum Springen bringen.

Es läßt ſich das Waſſer in der freyen Luft zum Springen bringen, entweder durch ſein eigenes Gewicht in communicirenden Röhren, oder durch Druckwerke, oder auch vermittelſt der Luft.

Wenn mit dem Waſſerbehälter (fig. 103.) abcd die Fallröhre efghk verbunden und vertikal aufwärts gebogen iſt, ſo müßte nun eigentlich das Waſſer aus der Oeffnung kl bis zur horizontalen Oberfläche ad des Waſſers in dem Behälter abcd ſteigen. M. ſ. Röhren, communicirende. Allein da der Waſſerſtrahl in der freyen Luft in die Höhe ſteigen muß, ſo ſind alle Mahl Hinderniſſe vorhanden, die ihn nie ſo hoch zu ſteigen verſtatten. Denn die Waſſertheile, welche mit abnehmender Geſchwindigkeit in die Höhe ſteigen, verurſachen, daß die unmittelbar darauf folgenden etwas aufgehalten werden; haben dieſe nun ihre größte Höhe erreichet, ſo beſitzen ſie wieder ein Beſtreben, ſenkrecht herabzufallen, und drucken daher vermöge ihres Gewichtes den Waſſerſtrahl noch etwas tiefer herab, als er ſonſt ſteigen würde; dieß ſieht man augenſcheinlich bey einer Fontäne, welche oben zu ſpringen anfängt; im erſten Augenblicke wird der Waſſerſtrahl am höchſten ſteigen, nachher aber etwas tiefer herabkommen. Ueberdem wirket dabey auch noch der Widerſtand der Luft dem Strahl entgegen, und das Anhängen des Waſſers an der innern Wand des Springrohres verzögert ihn in etwas, ſo daß er nicht zur gleichen Höhe mit ad gelangen kann. Auch alsdann muß die Höhe des Waſſerſtrahls merklich vermindert werden, wenn gh nicht

ſo nahe bey der Fallröhre, ſondern in einer beträchtlichen Entfernung von g aufwärts gebogen iſt; denn alsdann iſt das Anhängen des Waſſers an der innern Fläche der Röhre ziemlich groß, wodurch die Bewegung deſſelben ungemein verzögert wird.

Mariotte *) fand durch viele angeſtellte Verſuche folgende Regel ziemlich beſtätiget, daß ſich der Unterſchied zwiſchen der Waſſerhöhe und der Höhe des Waſſerſtrahls, wie das Quadrat der Höhe des Waſſerſtrahls verhält, wenn das Waſſer aus gleichen Öffnungen ſpringt. Wären alſo die Höhen zweyer Waſſerſtrahle, die aus gleichen Oeffnungen kommen, H, h die Waſſerhöhen aber A, a, ſo iſt nach dieſer Regel $H^2 : h^2 = A - H : a - h$. Aus vielen Erfahrungen fand Mariotte, daß eine Waſſerhöhe von 5 Fuß einen Waſſerſtrahl gibt, dem nur 1 Zoll an 5 Fuß fehlt. Er nimmt dieſer Erfahrung zu Folge als gleichgültig an, daß ein Waſſerſtrahl, welcher 5 Fuß hoch ſteigen ſoll, eine Höhe von 5 Fuß 1 Zoll erfordere. Hieraus ließ ſich nun ſehr leicht Mariotte's Tafel berechnen. Setzt man nämlich $H = 5'$, $A = 5', 1''$, mithin $A - H = 1''$ und man verlangte zu wiſſen, was für eine Waſſerhöhe nöthig wäre, damit der Waſſerſtrahl auf 10 Fuß Höhe ſpringe, ſo hat man $5^2 : 10^2 = 1 : 4$, mithin $a - h = 4''$ und folglich die verlangte Waſſerhöhe $= 10' \; 4''$ u. ſ. Ein kurzer Auszug von Mariotte's Tabelle iſt folgender:

Höhe des Strahls	Zugehörige Höhe		Höhe des Strahls	Zugehörige Höhe	
5 Fuß	5 Fuß	1 Zoll	60 Fuß	60 Fuß	144 Zoll
10 —	10 —	4 —	65 —	65 —	169 —
15 —	15 —	9 —	70 —	70 —	196 —
20 —	20 —	16 —	75 —	75 —	225 —
25 —	25 —	25 —	80 —	80 —	256 —
30 —	30 —	36 —	85 —	85 —	289 —
35 —	35 —	49 —	90 —	90 —	324 —
40 —	40 —	64 —	95 —	95 —	361 —
45 —	45 —	81 —	100 —	100 —	400 —
50 —	50 —	100 —	120 —	120 —	576 —
55 —	55 —	121 —			

Aus

*) Traité du mouvement des eaux in den oeuvres *de Mariotte*. Vol. II. P. IV. diſc. I. überſ. Grundlehren der Hydroſtatik und Hydraulik von D. Meinig. Leipz. 1723. 8.

Aus der Proportion $H^2 : h^2 = A - H : a - h$ findet man $\frac{H^2}{A - H} = \frac{h^2}{a - h}$. Da nun nach Mariotte's Verſuchen $H = 5$ Fuß $= 60$ Zoll, und $A - H = 1$ Zoll, ſo wird $\frac{H^2}{H - A} = 3600$, wobey aber alles in Zollen ausgedruckt werden muß; will man es aber in Füßen haben, ſo iſt $\frac{H^2}{A - H} = \frac{5^2}{\frac{1}{12}} = 300$, mithin $300 = \frac{h^2}{a - h}$, und $300\,a - 300\,h = h^2$, folglich $a = h + \frac{h}{300}$, wo alſo h die Höhe iſt, welche der ſpringende Waſſerſtrahl erreichen ſoll, und a die dazu gehörige Waſſerhöhe in Füßen ausgedruckt.

Bey dieſer Regel iſt vorausgeſetzt worden, daß die Oeffnung gerade dasjenige Maß beſitze, wobey der Strahl am höchſten ſteigt. Wenn die Oeffnung zu eng iſt, ſo hindern ſich die Waſſertheile beym Ausſpritzen zu ſehr und das Anhängen an der Oeffnung wird um ein beträchtliches größer, wodurch nothwendig das Waſſer in ſeiner Geſchwindigkeit vermindert werden muß. Iſt hingegen die Oeffnung zu weit, ſo iſt auch der Widerſtand der Luft und der Druck des zurückfallenden Waſſers zu groß. Mithin gibt es für jeden Fall eine gewiſſe Größe der Oeffnung, für welche die Höhe des Waſſerſtrahls ein Maximum wird, und für dieſe gilt die angeführte Regel des Mariotte. Im erſten Verſuche war die größte Höhe des Strahls 22 Fuß 10 Zoll bey einer Oeffnung von 6 Linien, und die dazu gehörige Höhe 24 Fuß 5 Zoll; beym zweyten Verſuch war die Höhe des Waſſerſtrahls 12 Fuß, und die dazu gehörige Waſſerhöhe 12 Fuß 4 Zoll; der dritte Verſuch gab die größte Höhe des Strahls 24 Fuß 3 Zoll, und die dazu gehörige Waſſerhöhe 26 Fuß 1 Zoll; nach dem vierten Verſuche war die größte Höhe des Strahls 31 Fuß 9 Zoll, und die dazu gehörige Waſſerhöhe 34 Fuß 1 Zoll. Mit dieſen Verſuchen ſtimmt alſo Mariotte's Regel ziemlich überein. Auch fand s'Graveſande

ſande [α]), daß das Waſſer durch koniſch geendete Aufſatzröhre nicht ſo hoch ſpringt, als durch cylindriſche, welche am obern Ende mit einer durchbohrten Platte geſchloſſen ſind. Bey der geringen Waſſerhöhe von 2 Fuß ſtieg der Strahl durch die durchbohrte Platte 2 Zoll höher als durch die koniſche. Wenn nun die cylindriſche Röhre in Vergleichung mit der Oeffnung in der Platte die gehörige Weite hat, und die inwendigen Flächen der Röhre und der Oeffnung gut polirt ſind, ſo ſteigt der Strahl ſehr regelmäßig, und iſt vollkommen durchſichtig. Welche Schwierigkeiten bey Unterſuchungen dieſer Art in der Theorie Statt finden, kann man bey **Karſten** [β]) und **Käſtner** [γ]) ſehen.

Wenn Waſſer durch Oeffnungen aus Röhren vermittelſt beſonders dazu eingerichteter Druckwerke mit Gewalt herausgepreßt wird, ſo ſieht man leicht, daß es auf ſolche Art auf ſehr beträchtliche Höhen in der freyen Luft gebracht werden kann. Hierher laſſen ſich nun auch die Feuerſpritzen rechnen. Bey Anbringung der Druckwerke hat man beſonders den Vortheil noch, daß man die Leitröhren mehrerer Druckpumpen in ein einziges Steigrohr vereinigen kann, in welchem Falle ſich ſehr ſtarke Waſſerſtrahlen auf ungemein große Höhen werden bringen laſſen. Wenn ſolche Strahlen ſehr dick und hoch ſind, ſo wird zwar die Röhre cylindriſch gemacht, und mit einer ſtark durchbohrten Platte geſchloſſen, in derſelben befindet ſich aber noch ein metallener umgekehrter Kegel, wovon der Durchmeſſer ein Paar Zoll kleiner iſt, als der Durchmeſſer der Oeffnung, ſo daß zwiſchen dem Kegel und dem Rande der Oeffnung ringsherum eine Höhlung bleibt, aus welcher der Waſſerſtrahl hervorſpringt, welche auf ſolche Art inwendig hohl und mithin nicht ſo ſchwer iſt, als wenn ein voller Waſſercylinder aus der Oeffnung ſtrömte. Daher kann der hohle Strahl

auch

α) Elementa phyſices, Tom. I. §. 1584 ſq.

β) Lehrbegriff der geſammten Mathematik, Th. V. Hydraulik. Abſchnitt II.

γ) Anfangsgründe der Hydrodynamik, 2te Aufl. Götting. 1797. 8. §. 224 f.

auch viel höher getrieben werden, und erfordert keine ſo außerordentlich große Waſſermenge.

Bey ſolchen Springbrunnen, welche zum Vergnügen und Verſchönerung in Gärten, öffentlichen Plätzen u. ſ. w. angelegt werden, pflegen gewöhnlich die Oeffnungen auf allerhand Art verkleidet, oder auch dem ſpringenden Waſſer durch Aufſätze mancherley Richtungen und Geſtalten gegeben zu werden. Zeichnungen von ſolchen Verzierungen der Springbrunnen findet man zahlreich, jedoch ohne ſonderlichen Geſchmack beym Böckler [α]), beſſer beym Schwitzer [β]).

Springbrunnen im Kleinen zur Beluſtigung durch den Druck der Luft zu treiben, war ſchon den Alten bekannt; ſie erklärten aber ihre Wirkung irrig aus der Vermeidung der Natur für den leeren Raum. Verſchiedene Einrichtungen dieſer Art beſchreibet Heron von Alexandrien [γ]), noch mehr aber der P. Caſper Schott [δ]). Unter andern ſind folgende merkwürdig.

Der Heronsball (pila Heronis) beſtehet aus einer hohlen kupfernen Kugel (fig. 104.), in welcher eine Röhre a c, die bey b durch einen Hahn verſchloſſen werden kann, bey a in eine enge Oeffnung ausläuft, und beynahe bis auf den Boden des Gefäßes reicht, gekittet iſt. Wenn man hiernächſt durch Saugen bey a die Luft ſo viel möglich in der Kugel verdünnt (welches am beſten geſchehen kann, wenn man die Kugel an die Luftpumpe ſchraubet, und die Luft ausziehet), hierauf die Oeffnung durch den Hahn b verſchließt, dieſelbe unter Waſſer bringt, und den Hahn b öffnet, ſo wird der äußere Druck der Luft ſo viel Waſſer in die Kugel hineintreiben, bis die in der Kugel zurück gebliebene Luft mit der äußern gleiche Dichtigkeit hat. Treibt man alsdann durch die Oeffnung a noch mehr Luft hinein,

 welches

α) Architectura curioſa noua, d. i. neue Bau- und Waſſerkunſt. Nürnb. 1664 Fol.
β) Introduction to a general ſyſtem of hydroſtatiks and hydrauliks. Lond. 1729. 4.
γ) Πνευματικῶν ſ. ſpiritalium liber ed. a Commandino. Paris 1575. 4.
δ) Mechanica hydraulico-pneumatica. Herbip. 1657. 4.

welches am beſten durchs Comprimiren mit der Luftpumpe verrichtet werden kann. Nachdem man nun den Hahn b ſo lange verſchloſſen hält, bis die Oeffnung a in die Höhe gerichtet iſt, und darauf wieder öffnet, ſo wird die in der Kugel comprimirte Luft das Waſſer mit Gewalt in der Röhre ca hinaustreiben, und in freye Luft ſpritzen.

Statt der Kugel kann überhaupt jedes andere Gefäß von beliebiger Geſtalt genommen werden, welches alsdann auf eben die Art, wie die Kugel mit der Röhre verſehen wird. Ueberdieß läßt ſich noch die Bequemlichkeit anbringen, daß im Boden des Gefäßes eine Oeffnung ſich befindet, durch welche Waſſer ins Gefäß gefüllt, und die nachher mittelſt einer Schraube luftdicht verſchloſſen werden kann. Durch dieſe Einrichtung hat man nicht nöthig, erſt die Luft im Gefäße zu verdünnen, und alsdenn erſt Waſſer durch die enge Mündung einſaugen zu laſſen.

Ein anderer Springbrunnen dieſer Art, der Heronsbrunnen (fons Heronis). Die Einrichtung deſſelben iſt folgende: das Gefäß (fig. 105.) a b iſt mit der Röhre e f völlig ſo, wie der Heronsball mit der ſeinigen, verſehen. Unter demſelben in beliebiger Tiefe ſteht ein anderes Gefäß ungefähr von eben der Größe. Der Deckel des oberſten Gefäßes a b iſt mit einem Rande a o von etlichen Zollen Höhe umgeben, damit auf demſelben, wie in einer Schüſſel etwas Waſſer ſtehen bleiben kann. In dieſer Schüſſel befindet ſich eine Oeffnung g, und von derſelben geht eine Röhre g h bis in das unterſte Gefäß ſo weit herab, daß ſie faſt den Boden deſſelben erreicht. In dem Deckel des untern Gefäßes befindet ſich eine andere Oeffnung i, und von derſelben ſteigt eine Röhre i k in das oberſte Gefäß ſo weit hinauf, daß ſie beynahe den oberſten Deckel deſſelben erreichet. Wenn nun in der oberſten Schüſſel a o außer g noch eine andere Oeffnung m befindlich iſt, ſo kann man durch dieſe Oeffnung vermittelſt eines Trichters das oberſte Gefäß a b mit Waſſer ſo hoch anfüllen, daß es jedoch die Oeffnung k der Röhre i k nicht überſteigt. Nachdem dieß geſche-

geſchehen iſt, wird die Oeffnung m mit einem Kork wieder genau verſchloſſen. Hierauf füllt man die Schüſſel a o mit Waſſer, das durch die Röhre g h in das untere Gefäß c d herabfällt, und, indem es in demſelben ſteiget, einen Theil der darin befindlichen Luft durch die Röhre i k in den über dem Waſſer in a b befindlichen Raum hinauftreibt, alſo überall die eingeſchloſſene Luft verdichtet. Der Hahn bey e wird ſo lange verſchloſſen, oder in Ermangelung des Hahns die Oeffnung e ſo lange mit dem Finger zugehalten, bis kein Waſſer mehr durch die Röhre g h herabfällt, und das übrige auf der Schüſſel a o ſtehen bleibt, damit die Luft ſo ſtark verdichtet werde, als es der Druck des Waſſers bewerkſtelligen kann. Wird hiernächſt e geöffnet, ſo ſpringt das Waſſer ſo lange ununterbrochen fort, bis das Gefäß a b ausgeleeret iſt. So wie nämlich das Waſſer in a b ſinkt, verſtattet es der Luft, ſich in einen größern Raum auszubreiten, und dieß vermindert ihre Elaſticität, ſo daß ihr Druck gegen die Oberfläche p q des Waſſers im c d geringer wird, und dieß verſtattet dem aus der Schüſſel a o durch die Röhre g h herabfallenden Waſſer beſtändig einen neuen Zugang. Demnach verlieret der Raum, worin die Luft ausgebreitet iſt, unten, ſtatt deſſen, daß er oben gewinnt, und die Luft bleibt ſo lange in einem zuſammgepreßten Zuſtande, bis ſie durch die Röhre e f herausgehen, und ſich mit der äußern Luft ins Gleichgewicht ſetzen kann.

Von dem Heronsbrunnen, welcher anfänglich nur Beluſtigung zur Abſicht zu haben ſchien, hat Joſeph Carl Höll im Jahre 1753 eine ſehr ſinnreiche Anwendung gemacht, Waſſer aus Gruben zu fördern, wovon Poda [α]), Delius [β]) und Meiſter [γ]) handeln.

α) Kurzgefaßte Beſchreibung der bey dem Bergbau zu Schemnitz in Niederhungarn errichteten Maſchine; herausgegeben durch von Born. Prag 1771.

β) Anleitung zu der Bergbaukunſt. Wien 1773. 4. S. 389.

γ) De Heronis fonte educendis ex puteo aquis adhibito, ſ. de hydraulico pneumatico Schemnizienſi, in nov. commentat. Goetting. Tom. IV. 1773. p. 169.

Auch kann der unterbrochene Heber ſo eingerichtet werden, daß er als Springbrunnen dienet. Man findet verſchiedene ſolche Anordnungen beym **Wolf**. Unter andern beſchreibet er eine ſolche Fontäne [α]), wo das Waſſer in einer gläſernen Kugel ſpringt. Es läuft dieſes nämlich durch eine lange Röhre aus, wodurch die Luft in der Kugel verdünnt wird, der Druck der Atmoſphäre treibt alsdann durch das Springrohr aus einem offenen Gefäße mehr Waſſer in die Kugel. **Kircher** hat ebenfalls einen ſolchen Springbrunnen angegeben, welchen **Leupold** [β]) abbildet.

Wenn man ein Paar Gefäße unmittelbar mit einander verbindet, ſo daß das untere bloß Luft und im Deckel, der zugleich der Boden des obern Gefäßes iſt, eine Röhre enthält, welche beynahe bis zum Deckel des obern Gefäßes reichet, in dem Deckel des obern Gefäßes aber ein Loch befindlich iſt, durch welches Waſſer in das Gefäß gegoſſen werden kann, und wenn alsdenn noch das obere Gefäß, wie der Heronsball, eine Springröhre beſitzet; ſo dienet dieſe Einrichtung ebenfalls als ein kleiner Springbrunnen. Man erwärmet nämlich die Luft im untern Gefäße über Kohlen, dadurch dehnet ſich dieſe aus, dringt durch die Röhre in das obere Gefäß, und macht die Luft viel elaſtiſcher, als die äußere atmoſphäriſche Luft iſt, mithin druckt ſie, wie beym Heronsball, das Waſſer aus der Springröhre mit Gewalt heraus.

Man nehme eine gläſerne Kugel (fig. 106.), fülle dieſe durch die daran befindliche Röhre mit Weingeiſt an, verſtopfe alsdann die Öffnung der Röhre, und ſetze ſie umgekehrt in ein dazu ſchickliches Fußgeſtelle. An der Seite der Röhre gehen zwey aufwärts gekrümmte und in enge Oeffnungen ſich endende Arme heraus, aus welchen der Weingeiſt herauslaufen muß, weil dieſer in der Kugel höher ſtehet. Beym Herauslaufen zündet man ihn alsdann an, dadurch wird die

α) Elementa matheſ. vniuerſ. Tom. II. Halae 1748. 4. element. hydraul. § 40.

β) Theatr. machinar. hydraulic. Tom. I. Tab. II.

die Hitze der Flamme durch die Luft im obern Theile der Kugel ausgedehnet, treibt den Weingeiſt mit Gewalt in die Höhe, und bildet ſo im Dunkeln eine Feuerfontäne.

M. ſ. **Karſten** Lehrbegriff der geſammten Mathematik Th. V. Hydraulik Abſchn XVI. **Käſtner** Anfangsgründe der angew. Mathematik Götting 1792. 8. Hydraul. § 9. 10. *Wolfii* elementa hydraulicae in element. matheſ. vniuerſae Tom II. cap II cap IV.

Springgläſer ſ. Glastropfen.

Springkolben ſ. Bologneſer Flaſchen.

Springkraft ſ. Elaſticität.

Spritzen ſ. Druckwerk.

Spröde (fragile, caſſant). Spröde heißt ein feſter Körper, deſſen Theile an einander nicht verſchoben werden können, ohne zu zerreißen. Ein ſolcher Körper läßt ſich alſo unter dem Hammer nicht ſtrecken oder dehnen, vielmehr zerbricht er unter demſelben. Daher heißt auch ein ſpröder Körper ein **zerbrechlicher** Körper, und, wenn er ſich durch eine geringe Kraft in ſehr kleine Theile zertheilen läßt, ein **zerreiblicher** Körper. Beyſpiele von ſpröden Körpern geben das Glas, Porzellan, das gehärtete Stahl u. dergl. Dem Spröden iſt das Dehnbare, Streckbare, Geſchmeidige, Biegſame entgegengeſetzet. M. ſ. **Dehnbarkeit, Biegſamkeit.**

Der Grund der Sprödigkeit liegt bloß in der Spannung der Theile, welche durch eine ſehr ſchnelle Abkühlung der durch die Hitze geſchmolzenen Körper erhalten wird. Hieraus folgt aber, daß diejenigen Körper deſto ſpröder werden, je größer ihre attraktive Elaſticität iſt; denn ſolche Körper werden nothwendig auch in ihren Theilen eine deſto größere Spannung erhalten können. Die Sprödigkeit und attraktive Elaſticität unterſcheiden ſich bloß darin, daß bey dem erſtern Zuſtande die Theile der Körper ſchon einen gewiſſen Grad der Spannung erlangt haben, und folglich zerreißen müſſen, wenn eine hinreichend ſtarke äußere Kraft auf ſie wirkt. Daher laſſen ſich auch ſpröde Körper wie-

der in attraktive elaſtiſche Körper verwandeln, wenn ihnen die Spannung der Theile benommen wird.

Uebrigens ſieht man leicht, daß es ſehr verſchiedene Grade der Sprödigkeit geben könne. So hat man Körper von einem ſolchen hohen Grade der Sprödigkeit, daß nicht allein diejenigen Theile, auf welche die äußere Kraſt wirkt, von einander getrennt werden, ſondern andere zugleich mit, ſo daß ſogar der ganze Körper dadurch wie in einen Staub verwandelt wird, wie z. B. die Bologneſer Flaſchen, Glastropfen.

Stachelbauch, elektriſcher ſ. Zitterfiſch.

Stahl (chalybs, acier). Hierunter verſteht man überhaupt Eiſen, welches, wenn es rothwarm glühet, nach dem ſchnellen Löſchen im kalten Waſſer härter, ſpröder und unbiegſam wird, vor dem Härten aber kalt und warm geſchmeidig iſt, und auch nach dem Härten durch neues Glühen ſeine Geſchmeidigkeit wieder erlangt. Derjenige Stahl, welcher im Ablöſchen nach dem geringſten Grade der Hitze die größte Härte annimmt, und in und nach dem Härten die größte Stärke behält, iſt wohl der beſte Stahl.

Nach dem Feinpoliren beſitzet ſonſt der Stahl einen weißern lichtgrauen Glanz wie das Eiſen. Sein Bruch iſt deſto feinkörniger, je härter und beſſer der Stahl iſt. Sein ſpecifiſches Gewicht iſt größer als das vom Roheiſen und geſchmeidigen Eiſen, und beträgt beym engliſchen Gußſtahle 7,919, nach einem Mittel der Rinmannſchen Verſuche 7,795 Mahl größer als das Waſſer. Seine abſolute Feſtigkeit iſt größer als die vom Eiſen, und er kann durch Härten und Bearbeitung zu einer weit größern Elaſticität gebracht werden, als Eiſen. Den Magnetismus nimmt er zwar ſpäter an als dieſes, aber ſtärker, und behält ihn weit dauerhafter. Er roſtet nicht ſo leicht als geſchmeidiges Eiſen, aber früher, als Roheiſen. Er ſchmelzt ſpäter als Roheiſen, und früher als Stangeneiſen. In der Schmelzhitze verbrennt er geſchwinder als Eiſen, und eine Stahlfeder, welche an der Spitze glühend

gemacht

gemacht iſt, brennt in reiner Lebensluft mit rauſchendem Funke ſprühen von ſelbſt.

Die Farben, womit der Stahl in der Hitze anläuft, ſind bey ihm weit lebhafter wahrzunehmen, als beym geſchmeidigen Eiſen. Bey der allmähligen Verſtärkung der Hitze wird er bey dem Grade, in welchem ungefähr Zinn fließt, erſt ſtrohgelb; dann höher gelb, hierauf purpurfarben, und bey der Hitze, worin Bley ſchmelzt, violet, nun roth, dann dunkelblau. Bey einer ſtärkern Hitze wird er endlich hellblau, jetzt kommt er zum Glühen ſelbſt, und dann verſchwinden die Farben wieder. Dieſe Farben bleiben auf der Oberfläche des Stahls nach dem Erkalten, laſſen ſich aber wegſchleifen. Sie haben ihren Grund in der verſchiedenen Stufe der Verkalkung des Metalls auf der Oberfläche. Nach dem Härten des Stahls wird er, durchs Anlaufen bis zur gehörigen Farbe, ſo weich wieder, daß er ſich verarbeiten läßt. Wenn man ihn ganz glühet, und dann von ſelbſt erkalten läßt, ſo wird er wiederum gänzlich weich.

Den Stahl erhält man entweder 1) gleich aus einigen Eiſenerzen durchs erſte Ausſchmelzen, oder 2) aus dem Roheiſen, oder 3) aus dem geſchmeidigen Eiſen. Vermöge der Erfahrung weiß man, daß diejenigen Eiſenerze, welche braunſteinhaltig ſind, wie der ſpathige Eiſenſtein, durchs erſte Ausſchmelzen weit leichter und häufiger Stahl, als Roheiſen geben, und man bedient ſich derſelben auch hauptſächlich zu dieſer Abſicht in Steiermark, Kärnthen und in einigen Orten Deutſchlandes. Aus dem Roheiſen und geſchmeidigen Eiſen bereitet man den Stahl auf eine doppelte Art: entweder durch **Schmelzen**, oder **Cementiren**, daher auch alle bekannten Sorten Stahl in die beyden Hauptarten getheilet werden, 1) in **Schmelzſtahl** und 2) in **Brennſtahl** oder **Cementirſtahl**. Erſterer wird am meiſten aus dem Roheiſen, dieſer aus dem geſchmeidigen Eiſen verfertiget. M. ſ. Cementation.

Der

Der beſte Stahl, welcher im Handel vorkommt, iſt freylich Schmelzſtahl; inzwiſchen kann man doch nicht behaupten, daß der Stahl allemahl durchs Schmelzen beſſer werde, als durchs Cementiren. Die größte Vollkommenheit und Feinheit erlangt der Brennſtahl dadurch, daß er nochmahls mit einem Zuſatze, durch welchen ſeine Geſchmeidigkeit beybehalten wird, geſchmolzen wird. Dieß iſt der ſo genannte **Gußſtahl** der Engländer, bey deſſen Zubereitung noch nicht alle Umſtände bekannt ſind. Der **Damaſcener Stahl** wird aus zuſammengeſchmiedeten Blechen von Stahl, weichem Eiſen und ſprödem Eiſen bereitet, welche im Weißglühen zuſammengelegt und geſchmiedet werden.

Kein anderes Metall, außer dem Eiſen, iſt einer ſo mannichfaltigen Verſchiedenheit und Abwechſelung ſeiner Eigenſchaften, wie ſeiner Schmelzbarkeit, Härte, Geſchmeidigkeit, Zähigkeit, ſeines Bruchs, Glanzes u. ſ. f. unterworfen; aber keines iſt auch eben deßwegen in Anſehung ſeiner Miſchung für die Chemiker räthſelhafter geweſen, als eben dieſes. Die Urſachen des Unterſchiedes zwiſchen Roheiſen, Stahl, und geſchmeidigem Eiſen ſind indeſſen ziemlich ins Licht geſetzt. Man wußte ſchon längſt durch Erfahrung das Stahl zuzubereiten, als **Reaumür** [α]) die erſten Verſuche darüber anſtellte, durch welche die Chemiker faſt ganz allgemein anzunehmen glaubten, daß Stahl reines Eiſen wäre, das durch und durch aus Metall beſtünde, da hingegen das Roheiſen mit Schwefel vermiſcht und gleichſam noch vererzt, das Stangeneiſen endlich vom Schwefel zwar frey, aber doch noch mit vielen nicht reguliniſchen Eiſentheilen verunreiniget ſey. Allein einige Zeit darauf bewieſen **Bergmann** [β]) und **Rinmann** [γ]) durch eine Reihe mannichfaltiger Verſuche, daß jene Theorie unmöglich mehr zureichen könne, ſie nahmen vielmehr an, daß der Stahl einen

nen

α) L'art de convertir le fer forgé en acier etc. Paris 1722. 4. 1770. 4.
β) Diſſ. de analyſi ferri, reſpond. *Jo. Jadolin.* Vpſal. 1781. 4. und in opuſc. phyſ. chimic. Vol. III. p. 1.
γ) Geſchichte des Eiſens, aus dem Schwed. überſetzt von Georgi. Berlin 1781. 8. B. II. S. 266 u. f.

nen mittleren Zuſtand zwiſchen Roheiſen und Stangeneiſen darſtelle.

Bergmann ſetzt den Unterſchied zwiſchen Roheiſen, Stahl und geſchmeidigem Eiſen zum Theil in den verſchiedenen Verhältniſſen, in welchen das Eiſen mit fremden Stoffen, beſonders mit Braunſtein und Reißbley verbunden iſt, und daß das Roheiſen das meiſte, der Stahl weniger, und das geſchmeidige Eiſen am wenigſten Reißbley enthalte; zum Theil und beſonders beruhet aber auch nach ihm der Unterſchied in der verſchiedenen Menge des Phlogiſtons, welche mit dem Eiſenkalke verbunden ſey; im Roheiſen nämlich ſey die geringſte Menge Brennbares zugegen, im geſchmeidigen Eiſen das mehreſte, und der Stahl halte das Mittel. Die Gründe, worauf Bergmann ſeine Behauptung bauet, beruhen auf der ungleichen Menge des brennbaren Gas, welche Roheiſen, Stahl und geſchmeidig Eiſen mit Schwefelſäure und Salzſäure geben, und auf der ungleichen Quantität, welche von dieſen drey Eiſenſorten angewendet werden muß, um gleiche Quantitäten Silber aus Säuren reguliniſch zu fällen. Zu dieſem Ende erkläret er das Stahlmachen aus dem Roheiſen aus der Verminderung des Reißbleyes und der Zunahme des Phlogiſtons; daß aber geſchmeidiges Eiſen durch Schmelzen mit Kohlen oder durch Cementation mit brennbaren Dingen Stahl werde, rühre daher, daß aus der Kohlenſäure der brennbaren Subſtanz und dem vielen Phlogiſton des geſchmeidigen Eiſens Reißbley erzeuget werde.

Rinmann aber behauptet gerade umgekehrt, daß das Roheiſen die größte, das geſchmeidige hingegen die geringſte Menge vom Phlogiſton enthalte.

Die richtigere Theorie erhielt jedoch erſt neues Licht durch die Verſuche der Herren van der Monde, Bertholet und Monge *). Hiernach beſtehet der Unterſchied zwiſchen

*) Ueber das Eiſen in ſeinem verſchiedenen metalliſchen Zuſtande, aus den mémoir. de l'Academ. roy. des ſcienc. de Paris 1786. S. 204 f. überſetzt in Crells chemiſchen Annalen 1794. B. 1. S. 353 f. S. 460 f. S. 509 f.

ſchen dem Roheiſen, Stahl und geſchmeidigen Eiſen in folgendem. Das reine geſchmeidige Eiſen enthält weder Kohlenſtoff noch Sauerſtoff, ſondern iſt ganz reducirt; allein ſolches trifft man gewöhnlich nicht an, ſondern es enthält immer etwas Kohlenſtoff, iſt aber um deſto ſtreckbarer und weicher, je weniger es davon beſitzet. Roheiſen hingegen beſitzet nicht allein die größte Menge von Kohlenſtoff, ſondern enthält noch Sauerſtoff, und iſt daher nicht ganz und durchaus reduciret; Stahl endlich unterſcheidet ſich vom Roheiſen dadurch, daß das Eiſen darin völlig reducirt iſt, und vom geſchmeidigen Eiſen dadurch, daß es Kohlenſtoff enthält, aber in geringerer Menge und in gleichförmigerer Verbindung, als im Roheiſen. Bey der Verfertigung des Rohſtahls aus grauem Roheiſen kommt es alſo darauf an, das Eiſen durchaus zu reduciren, und die Menge des Kohlenſtoffs zu vermindern. Dieß geſchieht durch wiederholtes Schmelzen unter der Schlacke, und alſo beym Ausſchluß der Luft, wo nun ein Theil des Kohlenſtoffs den Säureſtoff in ſich nimmt, folglich das Eiſen reduciret wird, und der übrige Theil des Kohlenſtoffs mit dieſem völlig reducirten Eiſen in Vereinigung bleibt. Bey der Verfertigung des Cementirſtahls wird das geſchmeidige Eiſen mit Kohlenſtoff aus dem Cement angeſchwängert, und auf ſolche Art in Stahl verwandelt.

Daß der Stahl zur Verarbeitung ſo vieler nöthiger Inſtrumente und Werkzeuge gebrauchet wird, iſt Jedermann bekannt.

M. ſ. Gren ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. III. Halle, 1795. 8. §. 2944 f.

Stahlbrunnen, Stahlwaſſer ſ. Geſundbrunnen.

Stalactiten ſ. Höhlen.

Stangenſchwefel ſ. Schwefel.

Statik (ſtatica, ſtatique) heißt diejenige Wiſſenſchaft, welche die Geſetze erkläret, wie das Gleichgewicht ſolcher Kräfte, die auf feſte Körper wirken, erfolgen müſſe. Alles, was hierher gehöret, findet man unter den Artikeln, Gleichgewicht,

gewicht, Hebel, Wage, Rad an der Welle, Räderwerk, Rolle, Flaſchenzug, ſchiefe Ebene, Schraube, Zuſammenſetzung der Kräfte. In die Statik gehöret alſo die Theorie der Maſchinen, in ſo fern Kraft und Laſt einander das Gleichgewicht halten, zur Mechanik aber, in ſo fern die Laſt von der Kraft wirklich bewegет wird. Man muß daher auch die ſtatiſchen Momente von den mechaniſchen Momenten unterſcheiden. M. ſ. Moment.

Unter den Griechen iſt die ſtatiſche Theorie der Maſchinen vom Archimedes bearbeitet worden, welcher in zweyen Büchern von gleichwichtigen Körpern die Lehre vom Schwerpunkte abhandelte und daraus das Geſetz des Hebels bewies. M. ſ. Hebel. Nach dem Berichte des Pappus [α]) brachte Heron von Alexandrien alle Rüſtzeuge auf das Geſetz des Hebels zurück. Nach der Wiederherſtellung der Wiſſenſchaften in Europa fing bereits im ſechszehnten Jahrhunderte Guido Ubaldi, Marcheſe del Monte [β]) die Lehre der Statik mit ziemlichen Glück zu bearbeiten an. Noch glücklicher darin war der Niederländer Simon Stevin [γ]); dieſer entdeckte die richtige Theorie der ſchiefen Ebene, und den Satz vom Gleichgewichte dreyer Kräfte, welchen nachher verſchiedene zum Grundſatz der Statik annahmen. Noch deutlicher, als alle ſeine Vorgänger, handelte Carteſius [δ]) die Lehre der Statik ab, und führte dabey den Grundſatz ein, daß das Vermögen einer bewegenden Kraft dem Produkte der bewegten Maſſe in ihrer Geſchwindigkeit gleich ſey. Beym Gleichgewichte findet zwar keine wirkliche Bewegung, mithin auch keine Geſchwindigkeit Statt; wenn man aber hierbey eine ſolche Geſchwindigkeit ſich vorſtellet, welche im erſten Augenblicke einer Bewegung Statt finden würde, ſo kann man aus dieſem Grundſatze die ganze Theorie der Statik, und ſelbſt der Mechanik ableiten. Varignon [ε]) verſuchte dieſe

α) Collectio mathem. l. VIII.
β) Mechanicorum libri VI. 1577.
γ) Beghinſelen der Wegkonſt. Amſt. 1596. 4.
δ) Tractat. de mechanica, in opuſc. poſth. Amſt. 1701. 4.
ε) Projét d'une nouvelle mechanique. Paris 1687.

dieſe Theorie aus der Zuſammenſetzung und Zerlegung der Kräfte zu erweiſen, und führte dieſen Verſuch in einem größern Werke ſehr ſinnreich aus α). Auch wurde zu gleicher Zeit die Theorie des Hebels durch Newton β) faſt eben ſo behandelt. So ſchätzbar aber auch alle dieſe Verſuche waren, das Gebäude der Statik zu vervollkommnen, ſo hatte man doch bisher noch keinen völlig einleuchtenden Grundſatz, auf den die Statik mit Feſtigkeit gebauet werden konnte; erſt Käſtner entwickelte einen ſolchen, wiewohl ſchon de la Hire in ſeiner Mechanik ähnliche Gedanken mit Käſtnern gehabt hatte. M. ſ. Hebel. Uebrigens findet man die erſten Gründe der Statik mit vielem Scharfſinne von Lambert γ) und Klügel δ) aus einander geſetzet.

In den meiſten Lehrbüchern wird gewöhnlich die Statik zugleich mit der Maſchinenlehre abgehandelt, ob es gleich an ſich weit richtiger und vortheilhafter iſt, eine jede von dieſen beyden Wiſſenſchaften für ſich aus einander zu ſetzen; indem bey einer vollſtändigen Maſchinenlehre noch mehrere Kenntniſſe erfordert werden, als in der Statik vorgetragen werden können. Die vorzüglichſten Lehrbücher, welche von der Statik handeln, findet man unter dem Artikel, Mechanik.

Stechheber (antlia oenopolarum, latron) iſt ein bekanntes gläſernes Gefäß (fig. 107) a c b, welches, wie die Figur deutlich zeiget, eine birnförmige Geſtalt beſitzet, und an beyden Seiten in enge Oeffnungen ſich endet. Die untere Oeffnung b muß ſo eng ſeyn, daß ſich die flüſſige Materie und die Luft in ihr nicht ausweichen können. Die obere Oeffnung a muß mit dem Daumen verſchloſſen werden können, indem das ganze Gefäß beym Henkel d gehalten wird.

Wenn

α) Nouvelle mechanique ou ſtatique, ouvrage poſthume de Mr. *Varignon*. à Paris 1725. II Tom. 4.

β) Princip. philoſoph. mathem. Lib. I. Axi. 3. Corollar. 2.

γ) Gedanken über die Grundlehren des Gleichgewichts und der Bewegung, in den Beyträgen zum Gebrauch der Mathematik, Th. II. Berlin 1770. 8. Num. XI. S. 3?0 f.

δ) Grundſätze der reinen Mechanik in Eberhards philoſoph. Magazin, B. I. St. 4. B. II. St. 1.

Wenn man die untere Oeffnung b durch ein Spundloch eines Faſſes in die darin befindliche flüſſige Materie ſteckt, ſo wird ſich dieſe in den Heber nach hydroſtatiſchen Geſetzen ſo weit hineinbegeben, daß ſie in ſelbigem eben ſo hoch wie im Faſſe ſtehet. Verſchließt man hiernächſt die Oeffnung a mit dem Daumen, und zieht den Heber aus dem Faſſe heraus, ſo werden zwar anfänglich einige Tropfen der Flüſſigkeit aus der untern Oeffnung b auslaufen, bis die Elaſticität der im Heber noch befindlichen Luft mit dem Drucke der Flüſſigkeit zuſammen dem Drucke der Atmoſphäre das Gleichgewicht hält; allein nachher wird nichts mehr herauslaufen. Ueberhaupt läßt ſich auf ſolche Art der ganze Stechheber mit der flüſſigen Materie anfüllen, und dieſe, nachdem die Oeffnung a mit dem Daumen verſchloſſen worden, ohne daß etwas aus b herausläuft, hintragen wohin man will.

Sobald man den Daumen von a wegnimmt, nachdem der Heber mit der flüſſigen Materie angefüllet war, ſo fließt auch die Flüſſigkeit ſogleich aus der untern Oeffnung b des Hebers aus. Dieſes ſo allgemein bekannte Werkzeug dienet daher zum Beweiſe des Drucks der Luft.

Auch gehöret hierher das ſo genannte Seperatorium der Chemiker (fig. 108.). Dieſes wird nämlich gebrauchet, zwey mit einander vermengte Flüſſigkeiten, die ſich aber nicht auflöſen, wie z. B. Waſſer und Oehl, genau von einander zu ſondern. Man bringt nämlich das Gemenge ins Gefäß, verſchließt die obere Oeffnung, und läßt es einige Zeit ruhig darin ſtehen, bis ſich die Flüſſigkeiten nach ihren ſpecifiſchen Gewichten genau von einander geſondert haben. Hierauf öffnet man die obere Oeffnung wieder, und läßt durch die untere enge Oeffnung die eine flüſſige Materie ganz und genau ablaufen; alsdann verſchließt man die obere Oeffnung abermahls mit dem Finger; das Auslaufen hört nun auf, und die leichtere flüſſige Materie bleibt ganz allein im Gefäße zurück.

Steine (lapides, pierres) ſind die bekannten feſten Körper, welche zu ihrer Baſis eine gewiſſe Erde haben.

Alle uns bekannte Erden werden, wenn Feuchtigkeit hinzukommt, feſt, und bilden nach einer längern oder kürzern Reihe von Jahren eine feſte Maſſe, oder Steine. Man kann alſo die Steine ſelbſt als wirkliche Erden betrachten, welche nur durch ein Bindungsmittel, durch die Feuchtigkeit, feſt geworden ſind. Wird alſo umgekehrt der Zuſammenhang der Theile in den Steinen aufgehoben, ſo erhält man auch die Erden wieder, aus welchen die Steine entſtanden waren. Man ſieht alſo hieraus, daß in der Chemie und Phyſik Erden und Steine als gleich bedeutende Ausdrücke gelten. Uebrigens wird unter dem Artikel, **Verſteinerung**, angeführet werden, wie die Erzeugung der Steine aus den Erden begreiflich ſeyn könne.

Stein, bononiſcher, Bologneſer Stein ſ. **Phosphorus.**

Stein der Weiſen, philoſophiſcher Stein (lapis philoſophorum ſ. philoſophicus, pierre philoſophale). Die Alchimiſten haben dieſen Nahmen einer Materie gegeben, welche alle unedle Metalle in edle verwandeln, und überdem ein allgemeines Arzneymittel in allen möglichen Krankheiten ſeyn ſoll. Man hat ſich überhaupt mit dem Problem, die unedlen Metalle in Gold zu verwandeln, ſeit dem 5ten Jahrhunderte ungemein beſchäfftiget, aber nichts ausgerichtet. Und ob man gleich in der neuern Zeit einen weit vernünftigern und wichtigern Gebrauch von der chemiſchen Kunſt zu machen anfing, ſo hat es doch beſtändig ſo genannte Adepten gegeben, die den Stein der Weiſen zu erhaſchen für möglich hielten. Sie ſind aber alle mit Schaden zu ſpät klug geworden. Eine gleiche Bewandniß hat es mit dem Univerſalmittel in jeder Krankheit. Iſt es wohl möglich, daß nur ein vernünftigdenkender Laye ſich überzeugen könne, ein und daſſelbe Mittel vermöge zwey Krankheiten zugleich zu heben, welche ganz entgegengeſetzte Urſachen zum Grunde haben? — Doch ich zweifle gar nicht daran, daß man von dem Steine der Weiſen nicht ſo viel Weſens würde gemacht haben, wenn nicht die Gewinnſucht vieler Menſchen die vorzüg-

züglichſte Triebfeder zu dieſer wirklichen Schwärmerey geweſen wäre.

Stein, elaſtiſcher, biegſamer Stein (lapis elaſticus, pierre élaſtique). Gewöhnlich beſitzen ſonſt die Steine keine merkliche Elaſticität, und laſſen ſich daher nicht beugen. Sonſt waren nur die marmornen Tiſchplatten bekannt, die im borgheſiſchen Pallaſte zu Rom unter dem Nahmen pietra elaſtica aufbewahret werden. Jacquier [α]) hat ſie beſchrieben, und Ferber [β]) hält ſie für antiken weißen Marmor von körniger Struktur, deſſen natürlicher Kitt in einigem Grade verwittert ſey. Im Jahre 1784 bekam aber der Baron von Dietrich durch den Mineralienhändler Danz [γ]) ein Stück Stein von 10 Zoll Länge, 2 Zoll Breite und 4 bis 5 Linien Dicke, welches faſt an jeder Stelle biegſam war, und wieder zurückſchnellte, wenn das eine Ende auf einem Tiſche gehalten und das andre gehoben ward. Dieſer Stein enthielt cryſtalliſche quarzartige Körner, welche ins Glas ſchnitten, und mit dem Stahl Feuer gaben, nebſt vielem eingeſprengten Glimmer. Dieſe Steinart bricht in Braſilien in großen Steinlagern. Genauere Unterſuchungen, welche Brückner, Crell, Gerhard, Ehrmann [δ]) und beſonders Klaproth [ε]) darüber angeſtellet haben, ergaben, daß dieſe Steinart ein weißer mit Glimmer vermengter Sandſtein ſey, welcher aus lauter flachen länglichten Schuppen von großer Härte beſteht, die ſo in einander eingreifen, daß ihre Verkettung Gelenke oder Charniere bildet. Dieſer Stein beſitzet keine zähe lederartige Beſchaffenheit, ſondern er ſchwankt vielmehr mit einem leiſen Geräuſche hin und her, wenn er in aufrechter Stellung geſchüttelt wird.

α) Gazette litteraire d'Europe d. 12. Sept. 1764.

β) Briefe von Welſchland, S. 110.

γ) *Rozier* Journal de phyſique an 1784. und Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte, B. III. S. 1. S. 53.

δ) Crells chemiſche Annalen 1784. 1785. 1786.

ε) Schriften der Berlin. Geſellſchaft naturf. Freunde, B. VI. S. 325. und Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte, B. IV. St. 1. S. 50.

Es liegt alſo der Grund der Elaſticität in der ſo ſonderbaren Zuſammenfügung der kleinen Scheibchen, aus welchen die ganze Maſſe beſtehet."

Auch fand im Jahre 1792 **Fleuriau von Bellevue** *) einen elaſtiſchen Marmor vom St. Gotthard, deſſen Biegſamkeit ſehr merklich wird, wenn das Stück 10 bis 12 Mahl mehr Länge, als Dicke, beſitzet. Wenn alsdann das eine Ende irgendwo befeſtiget wird, ſo läßt ſich das andere Ende unter einen Winkel von 3° erheben, ſo daß es nach der Zurückſchnellung einen Winkel von 5 bis 6° durchlaufen kann. **Fleuriau** hielt dieſen Marmor für einerley mit der borgheſiſchen pietra elaſtica; allein er erkläret die Elaſticität deſſelben nicht, wie gewöhnlich, aus der Zuſammenfügung der demſelben beygemiſchten Glimmer, ſondern leitet ſie vielmehr nach **Dolomieu** von einem hohen Grade der Austrocknung her, wodurch der Zuſammenhang der Theile geſchwächt werde.

Dieſer Marmor findet ſich im Val Levantine 7 Stunden vom Wirthshauſe auf dem St. Gotthard, im Gebirge Campo Longo an der Grenze des Val Maggia, und macht hier einen Theil einer ungeheuern Tremolitbank aus. Durch eine chemiſche Unterſuchung ergab ſich darin die Hälfte des Gewichtes Luftſäure, ein Drittheil Kalkerde, ein Sechstheil Thonerde und Eiſen nebſt etwa 0,03 Glimmer.

Herrn **Fleuriau** glückte es, verſchiedene Marmorarten und andere Mineralien durch Austrocknung mittelſt des Feuers elaſtiſch zu machen. Carrariſchen Marmor in Täfelchen von $1\frac{1}{2}$ Linie Dicke, 9 Linien Breite und 30 Linien Länge, 5 bis 6 Stunden lang einer Hitze von 200 Grad Fahr. im Sandbade ausgeſetzet, erlanget ſo die größte Elaſticität, die man ihm ohne Verluſt ſeiner Conſiſtenz geben kann. Dadurch wird der Marmor zerreiblich, und zieht das Waſſer mit

*) Ueber einige neue biegſame und elaſtiſche Steine, und über die Art, verſchiedenen Mineralien die Biegſamkeit zu geben, aus dem Journal de phyſique Août 1792. im Gothaiſchen Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte, B. VIII. St. 4. S. 41 — 55.

mit großer Begierde in ſich, das der Marmor vom St. Gotthard ebenfalls thut. Auch das Volumen wird um etwas vermehret. Wenn eine 15 Zoll lange und 5 Lin. dicke Platte an dem einen Ende befeſtiget wird, ſo läßt ſich das andere ohne Zerbrechung durch einen Raum von 8 Linien bewegen; dieß gibt alſo im Ganzen eine Bewegung von 16 Linien, welche einen Bogen von 8½° betragen. Zuweilen ging dieſe Bewegung bey kleinen Platten bis auf 14°. Die Zurückſchnellung des bewegten Endes bringt daſſelbe nur durch ⅞ des durchlaufenen Raumes wieder zurück.

Dieſer Verſuch gelang Herrn **Fleuriau** nur bey den blätterigten Kalkſteinen, welche ein cryſtalliniſches nicht erdiges Korn haben. Aus allen Verſuchen ergab ſich, daß die Biegſamkeit des Kalkſteines mittelſt der Austrocknung nicht, wie **Dolomieu** behauptet, durch Beraubung des Cryſtalliſationswaſſers, ſondern durch Verminderung des Zuſammenhanges der Körner und ihrer Entfernung von einander bewirket werde. Der Stein ſchien bloß dasjenige Waſſer zu verlieren, was ihm als hygroſkopiſche Subſtanz anhing.

Ueberdem fand auch Hr **Fleuriau** dieſe Eigenſchaft, biegſam zu werden, bey dem körnigen Kalk-Alabaſter, dem tropfſteinartigen Kalkſinter aus der Balme de Salanche in Savoyen, und bey einigen Arten Sandſtein, deren Bindungsmittel Thon- und Kalkerde iſt, oder die ohne Bindungsmittel ganz quarzartig ſind. Zu den letztern gehöret der braſilianiſche elaſtiſche Stein, deſſen Biegſamkeit **Fleuriau** mehr von den Lagerſchichten ſeiner Körner, als von der Beymiſchung des Glimmers, herzuleiten geneigt iſt. Uebrigens iſt es aber nicht bekannt, ob dieſer elaſtiſche Stein die Wirkung des Feuers oder ſonſt eine große Austrocknung erfahren hat.

Steinkohle (lithantrax, carbo foſſilis, charbon de terre). Die reine Steinkohle iſt ein brennbares Foſſil von dunkelſchwarzer Farbe, ſpröde, beſitzet keinen Geruch und keinen Geſchmack, ſinket im Waſſer zu Boden, brennt mit einem ſchwarzen Dampfe, und läßt eine Art von

Schlacken zurück. Sie wird zu den Erdharzen gerechnet. M. ſ. **Erdharze.**

Sterne (ſtellae, etoiles). Hierunter begreift man die am ſcheinbaren Himmelsgewölbe wahrzunehmenden lichten Körper, außer der Sonne und dem Monde. Dieſe beyden letzten Körper nennt man nicht Sterne, weil ſie uns ſchon mit bloßen Augen als beträchtlich große leuchtende Scheiben erſcheinen, und die Flächen der Körper erleuchten. Die übrigen Himmelskörper hingegen erſcheinen viel kleiner, und dieſe heißen Sterne. Sonne, Mond und Sterne zuſammen werden Geſtirne genennt. M. ſ. **Geſtirne.**

Sternbilder, Sternfiguren (aſteriſmi, conſtellationes, imagines ſ. figurae coeleſtes, aſteriſmes ou conſtellations). Eins der vorzüglichſten Geſchäffte der ſphäriſchen Aſtronomie iſt dieß, daß man ſich die Sterne, welche beſtändig gegen einander einerley Lage haben, und behalten, bekannt mache. Um ſie nun zu dieſer Abſicht deſto beſſer zu unterſcheiden und kennen zu lernen, hat man ſchon von Alters her mehrere benachbarte Sterne zuſammen unter mancherley Figuren vorgeſtellet, und ſelbige darnach benennet, die ſich theils auf wahre Geſchichten, theils auf die Fabeln der alten Dichter beziehen, woher eben der Nahme **Sternbilder, Aſterismen** u. ſ. entſtanden iſt. Dieſer wirklich vortheilhaften Bezeichnung der Sterne bedienet man ſich heutzutage noch, und es hat daher die Kenntniß der Bilder und der dazu gehörigen Sterne den Nahmen der **Aſtrognoſie** erhalten.

Der Urſprung der Sternbilder ſoll ſich nach einer Vorausſetzung des Abt Pluche *) von den erſten Völkern herſchreiben, welche nach der Sündfluth die Ebene Sinear bewohnten, und beſonders die Sterne im Thierkreiſe in Bilder brachten, die ſich auf gewiſſe vorfallende Begebenheiten der Viehzucht und des Feldbaues bey dem Stande der Sonne

*) Hiſtoire du ciel conſiderée ſelon les idées des poëtes, des philoſophes et de Moiſe. Paris 1739. II Tom. 8. Des Herrn Abt Pluche Geſchichte des Himmels. Dresden 1740. 8.

Sonne in ihnen bezogen. Hiermit mag es nun aber beſchaffen ſeyn, wie es wolle, ſo iſt doch gewiß, daß die Sternbilder in das höchſte Alterthum gehören. Denn es werden ſchon einige davon im alten Teſtamente im Buche Hiob *) erwähnt. Ohne Zweifel haben ſich derſelben als Hülfsmittel, die Sterne kenntlich zu machen, bereits die Phönicier, Chaldäer, Egyptier u. a. bedienet. Auch theilen die Sineſer den geſtirnten Himmel in eine Menge kleiner Bilder, welche ihnen von ihren älteſten Vorfahren überliefert ſind.

Die noch jetzt gewöhnlichen Sternbilder ſind von den alten Griechen zu uns gekommen, welche ſie vermuthlich von den ältern Völkern angenommen, und mit ihrer eigenen Götterlehre und alten Geſchichte in Verbindung gebracht hatten. Das älteſte Sternverzeichniß von Hipparch hat nach dieſen griechiſchen Sternbildern ſeine Einrichtung erhalten, welches der egyptiſche Aſtronom Ptolemäus in ſeinem Almageſt aufbehalten hat; daher auch die darin vorkommenden 48 Sternbilder noch bis jetzt die Ptolemäiſchen genennt werden. Sie ſind dieſe:

I. Zwölf im Thierkreiſe.

1. Widder	5. Löwe	9. Schütze
2. Stier	6. Jungfrau	10. Steinbock
3. Zwillinge	7. Wage	11. Waſſermann
4. Krebs	8. Scorpion	12. Fiſche

II. Ein und Zwanzig in der nördlichen Halbkugel.

1. der große Bär	8. Pegaſus	15. Schlange
2. kleiner Bär	9. kleines Pferd	16. Herkules
3. Drache	10. nördl. Triangel	17. Adler
4. Cepheus	11. Fuhrmann	18. Pfeil
5. Caſſiopea	12. Bootes	19. Leyer
6. Andromeda	13. nördliche Krone	20. Schwan
7. Perſeus	14. Ophiuchus	21. Delphin

III. Funfzehn in der ſüdlichen Halbkugel.

1. Orion	6. großer Hund	11. Wolf
2. Wallfiſch	7. Hydra	12. Altar
3. Eridanfluß	8. Becher	13. ſüdlicher Fiſch
4. Haaſe	9. Rabe	14. Schiff Argo
5. kleiner Hund	10. Centaur	15. ſüdliche Krone

*) Cap. IX. v. 9. Cap. XXXVIII. v. 31. 32.

Conon in Alexandrien hat hierzu das Haar der Bernice geſetzt. Auch das Sternbild des Antinous iſt erſt ſpäter hinzugekommen [α]). Ueberhaupt ſcheinen mit dieſen alten Sternbildern verſchiedene Veränderungen vorgegangen zu ſeyn. So nahm z. B. der Scorpion nach einigen die Stelle der Wage mit ein, und heißt daher nach Aratus das große Thier. Aratus [β]) beſchrieb dieſe Ptolemäiſchen Sternbilder 250 Jahre vor Chriſti Geburt in einem Gedichte das Cicero, Cäſar Germanicus und Avienus in lateiniſche Hexameter überſetzet haben [γ]). Zu den Zeiten des Auguſts verfertigte Marcus Manilius ein Gedicht, in welchem er die aſtrologiſchen Bedeutungen und Beſchreibungen der Sternbilder vortrug, wozu Joſ. Scaliger einen ſehr gelehrten Commentar voll von aſtrologiſchen Aberglauben abfaßte [δ]). Den Urſprung der Fabeln, woher ein jedes Sternbild ſeinen Nahmen erhalten hat, findet man weitläuftig beſchrieben beym Comes Natalis in ſeiner Mythologie, ſo wie auch beym Hipinus [ε]). Das meiſte aus dieſen Alten hat kurz Riccioli [ζ]) zuſammengetragen.

Die neuern Sternkundiger haben aus den kleinern Sternen, welche die Alten hier und da, ohne ſie in Bilder zu bringen, zerſtreut gelaſſen hatten, und daher ſporades, informes nannten, noch mehrere Bilder zuſammengeſetzet. Tycho de Brahe führte die ſchon im Alterthum erwähnten Sternbilder, das Haar der Bernice und den Antinous, wieder ein, und Hevel [η]) ſetzte folgende neue Sternbilder hinzu:

I. Se-

α) *Geſner* de Deo bono puro phosphoro, in comment. ſociet. Goetting. Tom. IV.

β) φαινόμενα καὶ διοσημεῖα ex ed. *Jo. Felli.* Oxon. 1672. 8.

γ) Aſtronomicon veterum ſcripta iſagogica graeca et latina. Heidelberg. 1589. 8.

δ) Aſtronomicon libri V. edit. *Regiomontani.* Norimb. 1473. fol. cum commentar. *Joſeph. Scaligeri.* Heidelb. 1590. 8. cura *Boecleri.* Argent. 1655. 4. ed. *Bentleii.* 1739. 4.

ε) Poëticon aſtronomicum cum adnot. *Jo. Schefferi* et *Thom. Munkeri.* Hamb. 1694. 8. Lib. II.

ζ) Almageſtum nouum. Bonon. 1651. fol. lib. VI. cap. III.

η) Firmamentum Sobieſcianum. Gedani, 1690. fol.

1. Sobieskiſche Schild	5. Jagdhunde	9. Eidexe
2. Eichhorn	6. kleiner Löwe	10. kleiner Triangel
3. Cameloparde	7. Luchs	11. Cerberus
4. aſtron. Sextant	8. Fuchs mit der Gans	12. Berg Mönalus

Herr Bode führet an, daß einige neue Sternbilder in der ſüdlichen Hälfte der Himmelskugel, die Taube, das Kreuz, die große und kleine Wolke im Jahre 1679 von A. Royer ſollen formirt worden ſeyn; allein ſie ſtehen bereits auf Bayers im Jahre 1603 geſtochenen Sternkarten, auf welche ſie auch nicht erſt in der Folge nachgeſtochen ſeyn können, indem ſie in dem dazu gehörigen Texte *) angeführet werden.

Die in Europa unſichtbaren ſüdlichen Sterne wurden zuerſt von den Portugieſiſchen Seefahrern beobachtet und in Sternbilder gebracht. Nach Bayern, welcher ſie im Jahre 1603 in ſeiner Uranometrie anführet, ſind ſie von dem berühmten Amerigo Vespuci, Andrea Corſali und Petro von Medina am Himmel geſetzet, und vom Petrus Theodori genauer beſtimmt worden. Sie ſind folgende zwölf:

1. Indianer	5. ſüdl. Triangel	9. Waſſerſchlange
2. Kranich	6. Paradiesvogel	10. Schwerdtfiſch
3. Phönix	7. Pfau	11. Fliegender Fiſch
4. Fliege	8. amerikan. Gans	12. Chamäleon

Zu dieſen Sternbildern ſetzte Halley, der im Jahre 1675 die ſüdlichen Sterne auf der Inſel St. Helena genauer beobachtete, zur Ehre Carls II. die Carlseiche hinzu. De la Caille, welcher vom Jahre 1750 an auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung Beobachtungen anſtellte, fand am ſüdlichen Himmel noch Platz zu 14 neuen Sternbildern, wodurch er zugleich die neuern Erfindungen im Andenken erhalten wollte. Sie ſind folgende:

*) Explicatio characterum, Vranometriae tabulis inſculptorum. Auguſtae 1624. 8. p. 89 et 96.

1. Bildhauer-Werkſtatt
2. chymiſcher Ofen
3. Pendeluhr
4. Rautenförmiges Netz
5. Grabſtichel
6. Staffeley
7. Seecompaß
8. Seeoctant
9. Luftpumpe
10. Zirkel
11. Lineal und Winkelmaß
12. Teleſkop
13. Mikroſkop
13. Tafelberg

Außerdem ſind aber von Zeit zu Zeit zum Andenken berühmter und merkwürdiger Perſonen und Erfindungen einzelne neue Sternbilder hinzugekommen. Dahin gehöret das lappländiſche Rennthier nahe am Nordpol zum Andenken der Meſſung in Lappland, und der Einſiedler, ein Vogel zwiſchen der Wage und dem Scorpion, von le Monnier; *Meſſier* (Erndtehüter, cuſtos meſſium) zwiſchen der Caſſiopea, dem Cepheus und dem Camelopard, dem durch Kometenentdeckungen beſonders berühmten Aſtronomen der Marine Meſſier zu Ehren, von de la Lande; der poniatowskiſche Stier über dem Schwanz der Schlange hinter dem Rücken des Schlangenmannes zu Ehren des Königs von Polen, vom Abt Poczobut in Wilna; die Friedrichsehre, ein allegoriſches Bild zum Andenken Friedrichs II. an der Hand der Andromeda. Im Jahre 1688 hatte bereits Gottfried Kirch die ſächſiſchen Churſchwerdter und den Brandenburgiſchen Scepter am Himmel geſetzt, welches letztere Herr Bode wieder hergeſtellet hat. Auch hat der P. Hell *) zu Ehren des Königs von England und zum Andenken des Herrn Herſchel noch drey neue Sternbilder, das pſalterium Georgianum und zwey Teleſkope, in den Thierkreis geſetzt. Auf ſolche Art kommen immer noch von Zeit zu Zeit neue Sternbilder hinzu, ſo daß ſich die Anzahl derſelben nicht genau angeben läßt. Sonſt hat man auch den vornehmſten Sternen in dieſen Bildern eigene Nahmen gegeben, wie z. B. der Aldebaran im Stiere, Caſtor und Pollux in den Zwillingen u. ſ. w. M. ſ. Fixſterne.

Uebri-

*) Monumenta aëre perenniora inter aſtra ponenda. Vien. 1789. 8.

Uebrigens werden die Fixſterne, welche die Sternbilder enthalten, mit den Buchſtaben des Alphabets ſo bezeichnet, daß man den größten oder glänzendſten die erſten, den von zweyter, den von dritter Größe und ſo in der Ordnung fort die folgenden Buchſtaben beyleget. Johann Bayer brachte dieß zuerſt in gehörige Ordnung, und bediente ſich dabey der griechiſchen Buchſtaben, z. B. α des großen Hundes, γ des kleinen Bären u. ſ. f. und nimmt nur die lateiniſchen Buchſtaben alsdann zu Hülfe, wenn das griechiſche Alphabet für ein Sternbild nicht ausreicht. Dieſe Bezeichnungsart der Sterne in den Sternbildern behält auch Flamſtead in ſeinen großen Himmelskarten bey, und ſeit dieſer Zeit iſt ſie von den Aſtronomen ganz allgemein angenommen worden. Hevel hat ſich doch ihrer nicht bedienet, und Doppelmayr, welcher ganz dieſem folget, hat daher die Sterne mit dem großen lateiniſchen Alphabet ganz anders bezeichnet, z. B. A des großen Hundes, C des kleinen Bären. Dieſe Bezeichnungsart iſt aber einiger Unbequemlichkeit ausgeſetzet, indem man bey dem häufigen Gebrauche der doppelmayrſchen Karten in Deutſchland eigene Verzeichniſſe nöthig hat, in welchen beyderley Bezeichnungsarten mit einander verglichen ſind. Dergleichen Verzeichniſſe enthalten Anleitung zur Sternkenntniß, die unter dem Artikel, Aſtrognoſie, angeführet ſind.

Verſchiedene haben ſich ein Gewiſſen daraus gemacht, die heidniſchen Nahmen zur Bezeichnung der Sterne zu gebrauchen, und daher andere Nahmen zu dieſer Abſicht vorgeſchlagen. So bezeichnet ein Patricier zu Augsburg, Julius Schiller [α]) den Thierkreis mit den zwölf Apoſteln, die nördliche Halbkugel mit Figuren des neuen, und die ſüdliche mit Bildern des alten Teſtaments, und Wilhelm Schickardt [β]), Prof zu Tübingen, gab wenigſtens den alten Sternbildern bibliſche Bedeutungen. Erhard Weigel [γ]), Prof. zu Jena, hingegen, welcher ſich um Verfertigung

α) Caelum ſtellatum chriſtianum. Aug. Vindel. 1627. fol.
β) Aſtroſcopium. Vlm. 1659. 8.
γ) Coelum heraldicum. Jenae 1657. 12.

tigung der Himmelsgloben ſehr verdient gemacht hat, ſuchte ſtatt der gewöhnlichen Bilder die Wappen großer Herren am Himmel zu bringen. Allein da man doch die Bilder der Alten kennen lernen muß, ſo haben alle dieſe Vorſchläge weiter keinen Beyfall gefunden.

Abbildungen von den Sternbildern findet man auf den Himmelskugeln, in den Sternkegeln und beſonders auf den Sternkarten.

M. ſ. **Bode** Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels, an verſchiedenen Stellen. **Käſtner** Anfangsgr. der Aſtronomie. 4te Aufl. Götting. 1792. 8. §. 112 f.

Sternkarten, Himmelskarten (mappae coeleſtes ſ. aſtronomicae, cartes céleſtes) ſind Verzeichnungen der Himmelsflächen mit den Sternen und Bildern, oder auch einzelner Theile derſelben, auf ebenen Flächen. Diejenigen Karten, welche den ganzen Himmel in zweyen Halbkugeln darſtellen, heißen **aſtronomiſche Planiſphäre** oder **Planigloben** (planiſpheria ſ. planiglobia coeleſtia). M. ſ. **Planiſphäre**. Bey dieſen Zeichnungen werden gewöhnlich **Polarprojektionen** gebrauchet, wobey entweder die Weltpole oder die Pole der Ekliptik in die Mitte kommen. Kleinere Theile des Himmels werden ſo abgebildet, als ob ſie völlig eben wären, ſo wie man ſonſt nicht zu große Theile der Erdfläche entwirft. Eben ſo laſſen ſich auch ganze Zonen am Himmel, in Theile zerleget, behandeln, da alsdann die Kreisbogen als gerade Linien abgebildet werden, die entweder mit einander parallel ſind, oder auf einander ſenkrecht ſtehen.

Für größere Stücke der Himmelskugelfläche iſt die bequemſte und beſte Art der Verzeichnung die **Centralprojektion**. Hierbey wird nämlich angenommen: das Auge befinde ſich im Mittelpunkte der Kugel, und betrachte die hohle Kugelfläche. Eine Ebene berühret die Kugel, und auf ſelbiger bildet die gerade Linie vom Auge durch einen Punkt der Kugelfläche gezogen denſelben da ab, wo ſie die Ebene trifft. Die Theorie dieſer Projektionsart hat **Käſt-**

ner α) gelehret. Uebrigens iſt es aber leicht zu begreifen, daß auf ſolche Art nie völlige Halbkugeln, ſondern nur Theile derſelben abgebildet werden können; auch werden bey gleichen Entfernungen diejenigen Bilder, die näher gegen den Rand liegen, viel weiter ausgedehnet erſcheinen, als die gegen die Mitte hin.

Schon die ältern Verfertiger der Landkarten, Sebaſtian Münſter, Ortelius und andere lieferten Abbildungen der Geſtirne in Planiſphären, ſo wie nachher auch Blaeu, Peter Schenk und Gerard Valk u. a. Sie ſind aber nicht alle nach richtigen Projektionsarten entworfen. Damahls bediente man ſich vorzüglich der ſo genannten Aſtrolabien. M. ſ. Planiſphäre. Richtig gezeichnete, wenn ſie mit einer der Polhöhe des Ortes gemäßen Projektion des Horizontes verbunden werden, laſſen ſich eben ſo, wie die Aſtrolabien, zur Auflöſung vieler aſtronomiſchen Aufgaben gebrauchen. Von dergleichen Art ſind die Planiglobien von Habrecht β), Harris γ), Bartſch δ) und andere mehr.

Von den Sternbildern der Alten nach Tychon's Verzeichniſſe hat bereits im Jahre 1603 Joh. Bayer ε) eine vorzügliche Sammlung von Sternkarten auf 51 Kupfertafeln geliefert. Dieſe Tafeln ſtellen die hohle Fläche des Himmels vor, da die ältere Planiſphäre die erhabene abbildet. Es hätten alſo auch die Bilder ſo umgekehret werden ſollen, daß ſie dem Beobachter gerade ſo, wie am Himmel, die Vorderſeite zuwendeten, da ſie ihm auf der Himmelskugel den Rücken zukehren. Allein dieß iſt bey den wenigſten geſchehen; daher hält beym Bayer Herkules die Keule in

α) Acta Acad. Mogunt. ad an. 1776. p. 172.

β) Planiglobium coeleſte et terreſtre. Argentor. 1628. 4. verteutſcht und mit Horizonten vermehrt von Joh. Chriſt. Sturm. Nürnberg 1666.

γ) Stellarum fixarum hemiſphaerium boreale et auſtrale pro anno 1690. 2 engl Fuß im Durchmeſſer.

δ) Planiſphaerium ſtellatum. Argent. 1624. 4.

ε) Vranometria omnium aſteriſmorum continens ſchemata. Auguſt. Vindel. 1603. fol. rec. Vlm. 1661.

in der linken Hand, und in den meiſten Beſchreibungen wird dasjenige auf der linken Seite vorgeſtellet, was beym Ptolemäus auf die rechte gehöret. Dieſer Fehler, den Schickardt, Hevel und Flamſtead ſo übel deuteten, hat jedoch weiter keine erhebliche Folgen, wenn man die Seiten der Bilder nicht nach der Rechten und Linken, ſondern vielmehr, wie es auch gewöhnlich und beſtimmter iſt, nach der Ordnung ihres Durchganges durch den Mittagskreis, oder etwa nach der Weltgegend, unterſcheidet. Dieſe bayerſchen Sternbilder hat der Benediktiner und Prof zu Salzburg P. Corbinian Thomas *) copirt, und die Stellen der Sterne auf das Jahr 1730 reducirt.

Im Jahre 1690 lieferte Hevel mit ſeinem Sternverzeichniſſe einen Himmelsatlas (firmamentum Sobieſcianum ſ. Vranographia) auf 54 ſauber geſtochenen Platten, auf welchen die Sternbilder ſo dargeſtellet werden, wie ſie von außen betrachtet und auf der Himmelskugel erſcheinen. Eine jede Platte enthält ein einziges Sternbild mit den Theilen der zunächſt angrenzenden. Auch kommen hier die ſüdlichen Halley'ſchen und von Hevel ſelbſt hinzugefügten Bilder mit vor. Nur ſind die Sterne der Bilder mit keinen Buchſtaben, wie beym Bayer, bezeichnet.

Eine weit vollſtändigere Vorſtellung der Sternbilder lieferte Flamſtead auf 28 großen Folioblättern, welche zu ſeiner hiſtoria coeleſti gehören, und erſt nach ſeinem Tode im Jahre 1729 zu London herauskamen. Man findet darauf 56 Sternbilder, welche zu Greenwich aufgehen, entweder einzeln oder mehrere nahe zuſammenſtehende auf jedem Blatte, mit allen Sternen ſeines Verzeichniſſes, wobey er Bayers Nomenklatur gebrauchet. Eine ins Kleine gezogene Ausgabe hiervon hat Fortin β) beſorgt, die Platten nach Höhe und Breite bis auf ein Drittheil verkleinert mit Beyfügung der neuern Sternbilder von le Monnier und de la Caille, und zwey Planiſphäre, welche die hohle

Seite

*) Firmamentum Firmianum. Auguſt. Vind. 1731. 4.

β) Atlas céleſte de Flamſtead en 30 Cartes. à Paris 1776.

Seite darſtellen; überdem hat er noch eine Karte beygefüget, welche dienet, ſich die Sterne durch Zuſammenziehung der vornehmſten mit geraden Linien bekannt zu machen.

In Deutſchland gab im Jahre 1724 der Prof. Doppelmayr in der Homanniſchen Officin zu Nürnberg einen aſtronomiſchen Atlas von 30 Karten heraus, von welchen zehn (Nro 16 — 25.) eigentliche Sternkarten ſind. Vier bilden den Himmel in beyden Halbkugeln oder Hemiſphären nach dem Aequator und der Ekliptik getheilet ab, ſie ſind aber nach keiner richtigen Projektionsart gezeichnet worden. Die ſechs übrigen bilden den Himmel auf ſechs Ebenen ab, welche die Himmelskugel wie ſechs Seiten eines Würfels berühren, ſo daß zwey dieſer Seiten an den Weltpolen, zwey an den Nachtgleichungspunkten, und zwey an dem 90ſten und 270ſten Grade des Aequators anliegen. Auf jede dieſer Ebenen ſind die Bilder nach der Centralprojektion des dazu gehörigen Theils entworfen, und ſo der ganze Himmel auf ſechs Karten gebracht, wobey jedoch dieß unbequem iſt, daß viele Sternbilder an den Rändern der Karten zerriſſen ſind. Dieſe Karten enthalten nach Hevels Verzeichniß 1870 Sterne in 57 Bildern, welche aber ſtatt der bayerſchen mit eigenen lateiniſchen Buchſtaben bezeichnet ſind. Dieſe Karten ſind wegen des wohlfeilen Preiſes in Deutſchland ſehr gebrauchet worden, und empfehlen ſich beſonders noch durch die Illumination, bey welcher ſich die gelben Sterne auf dem blaßblauen Grunde ſehr hervorſtechend auszeichnen.

Auch hatte ſchon der P. Pardies α) auf ſechs nach der Centralprojektion entworfenen Karten den Himmel abgebildet, welche bey Weigeln zu Nürnberg nachgeſtochen ſind.

Herr Bode β) hat von der Fortin'ſchen Ausgabe des Flamſtead'ſchen Himmelsatlas eine deutſche ſehr verbeſſerte Ausgabe beſorget. Sie enthält außer den Fortin'ſchen noch vier neue Karten, wovon zwey diejenigen Theile des Himmels,

α) Paris 1674.

β) Vorſtellung der Geſtirne auf XXXIV. Kupfertafeln. Berlin und Stralſund, 1782. in klein Landkartenformat.

mels, an welchen die meiſten Sterne ſichtbar ſind, ſo wie die Nebelſterne und Sternhaufen, zwey andere die Himmelskugel für die Zeit der alten Griechen und Römer vorſtellen. Die Zahl der Sterne iſt nach neuern Beobachtungen bis über 5000 vermehret, und ein vollſtändiges Sternverzeichniß beygefüget. M. ſ. Fixſternverzeichniſſe.

Im Jahre 1764 lieferte Vaugondy zu Paris zwey Planiſphären auf zwey großen Bogen, welche alle alten und neuen Sternbilder der erhabenen Seite der Himmelskugel nach den vollſtändigſten Verzeichniſſen darſtellen. Der Grund der Bilder iſt roth und die Sterne derſelben ſchwarz abgedruckt. Ueberdieß iſt jedes Sternbild noch mit einer Grenzlinie umgeben, welche alle dazu gehörige Sterne einſchließt. Eine neue Ausgabe dieſer Planiſphäre hat Fortin im Jahre 1779 mit vielen Vermehrungen beſorget.

Noch zwey andere Planiſphäre von 2 Fuß Durchmeſſer, von dem Capuciner dem P. Chryſologue de Gy, ſtellen ebenfalls den Himmel auf der erhabenen Seite vor. Sie enthalten eine ſehr große Menge auch ganz kleiner Sterne mit Bayers Nomenklatur.

Nach den Vaugondyſchen Planiſphären hat der Herr Prof. Funk in Leipzig [α]) zwey große Planiſphären 17 Rheinl. Zolle im Durchmeſſer ſtechen laſſen, nach der weit vorzüglichern Vorſtellung, wie die Sterne an der inwendigen Fläche des Himmels ſtehen. Vom Herrn Bode [β]) ſind auf einer einzigen Scheibe von 23 Rheinl. Zoll im Durchmeſſer, nach einer ſtereographiſchen Projektion der hohlen Himmelskugel vom Nordpole bis zum 38ſten Grade ſüdlicher Abweichung, mehr als 3000 Sterne abgebildet worden. Dieſelbe Karte mit durchſcheinendem Horizonte befindet ſich auch bey ſeiner Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels. Auch verfertiget Höſchel in Augsburg ſtatt des durchſcheinenden Hori-

α) Anweiſung zur Kenntniß der Geſtirne auf zwey Planiglobien ꝛc. nach Bayer und Vaugondy. Leipz. 1777. 8.

β) Beſchreibung und Gebrauch einer allgemeinen Himmelskarte mit einem durchſcheinenden Horizont. Berlin 1786.

Horizontes auf Beſtellung gläſerne Horizonte für jede beliebige Polhöhe.

Vor einigen Jahren hat Herr **Bode** α) für die Zeiten des Ptolemäus ein Paar Planiſphären geliefert, um daraus den Zuſtand des geſtirnten Himmels damahls zu erkennen. Weil man mit Herrn **de la Lande** annehmen kann, das Sternverzeichniß des Ptolemäus treffe auf das Jahr Chriſti 63, ſo hat Herr **Bode** die Angaben des Berliner Fixſternverzeichniſſes auf dieſe Zeit gebracht, und **Bayers** Buchſtaben beygeſetzet. Bey der Vergleichung ſelbſt fand wegen Druck- und Schreibfehler viel Ungewißheit Statt, ſo daß mannichmahl kaum zu errathen war, welchen Stern Ptolemäus gemeint habe. Das erſte von den 4 Kapiteln des Textes iſt vom Herrn Prof. **Fiſcher** in Berlin aus dem Griechiſchen überſetzet, die übrigen aber ſind aus dem Franzöſiſchen des Herrn **Montignot** übergetragen, welcher des Ptolemäus Sternverzeichniß nebſt den 4 Kapiteln des 7ten Buches vom Almageſt in einer Franzöſiſchen Ueberſetzung herausgegeben hat β). Das Verzeichniß ſelbſt enthält zuſammen von 1029 Sternen Länge, Breite und Größe, und eben das nach den neuern Beobachtungen.

Die Karten ſelbſt ſind Polarprojektionen, wobey das Auge in den Polen der Ekliptik ſich befindet. Auf ſolche Art wird durchs Zurückgehen der Nachtgleichen in den Grenzen beyder Hemiſphären keine Veränderung bewirket; bloß die Sterne verändern ihre Stellen in Rückſicht der Längen in concentriſchen Kreiſen. Sie ſind auf dieſen Karten nach ihrer Stellung für das Jahr Chriſti 63 verzeichnet. Damahls hatte das γ des Widders $6\frac{1}{3}^{\circ}$ Länge und unſer Polarſtern ſtand 12° vom Nordpole ab. Die Figuren der Stern-

α) Clau. Ptolemäus Beobachtung und Beſchreibung der Geſtirne und der Bewegung der himmliſchen Sphäre mit Erläuterungen, Vergleichung der neuen Beobachtungen und einem ſtereographiſchen Entwurfe der beyden Halbkugeln des geſtirnten Himmels für die Zeiten des Ptolemäus. Berlin und Stettin 1795. 8.

β) Etat des étoiles fixes au ſecond ſiècle. à Strasbourg. 1787. 8.

Sternbilder ſollen nach der alten marmornen Kugel im Farneſiſchen Pallaſte in Rom gezeichnet ſeyn, von welcher **Bentley** in ſeiner Ausgabe des Manilius eine Abbildung liefert. Auch ſind auf der ſüdlichen Halbkugel die Horizonte von Rom und Alexandrien angegeben.

Ueberdieß ſind auch in dieſer Schrift noch Tafeln befindlich, welche zeigen, was für Sterne bey der 25716 jährigen Umdrehung der Himmelskugel um die Pole der Ekliptik nach und nach an die Aequinoctial- und Solſtitialpunkte, imgleichen an den Nordpol kommen. Man ſieht hier, daß für die Jahre 14272 vor, und 11444 nach unſerer Zeitrechnung die Wage im Frühlingspunkte ſtehe, und 15520 vor, 10196 nach unſerer Zeitrechnung Deneb im Schwane Polarſtern ſey.

Die vollſtändigſte Sammlung von Himmelskarten hat endlich Herr **Bode** ſeit dem Jahre 1797 im größten Format geliefert, die ſich an Vollkommenheit vor allen andern auszeichnet, aber auch etwas koſtbar iſt.

Beſondere Karten über den Thierkreis lieferte **Senex** in England zu Ende des ſiebenzehnten Jahrhunderts auf zwey großen Bogen ſehr ſauber geſtochen. Die Sterne ſind nach Flamſtead's Beobachtungen bis zu 7½ Grad der Breite verzeichnet. Auch **Dheulland** in Frankreich gab im Jahre 1755 eine Thierkreiskarte heraus, welche die Sterne nach den vollſtändigſten Verzeichniſſen bis zum 10ten Grade der Breite vorſtellt, und iſt wie die von **Senex**, von 15 zu 15 Minuten der Länge und Breite nach gitterförmig eingetheilet.

M. ſ. **Bode** Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels, S. 96 u. f. **Käſtner** Anfangsgründe der Aſtronomie, 4te Aufl. § 118 f.

Sternkegel (coniglobia, coniglobes) ſind zwey niedrige aber weite Kegel, in deren inwendigen Höhlungen die Sternbilder mit ihren vorzüglichſten Sternen verzeichnet ſind. Weil die künſtliche Himmelskugel nur die erhabene äußere Fläche darſtellet, und eine hohle Kugel, um in ihr

Inne-

Inneres ſehen zu können, mit Unbequemlichkeit verbunden ſeyn würde, ſo hat man zur Vorſtellung der hohlen Fläche die Kegel ſehr ſchicklich gehalten, welche ſich leicht aus Pappe verfertigen laſſen, und zu welchen die Netze ſehr leicht zu machen ſind. Die beyden innern Flächen der Kegel ſtellen nun die beyden hohlen Himmelshalbkugeln ſo vor, daß die Pole in die Spitze und der Aequator in den Umkreis der Grundfläche fallen.

Wilh. Schickards Aſtroſkop [α]), welches in Geſtalt einer Kramerdute zuſammengerollt werden ſollte, ſcheint ſchon hierher zu gehören. Auch bemerket Käſtner, daß das Titelkupfer zu: The works of *Edmund Gunter*. 5te edit. Lond. 1670. außer andern aſtronomiſchen Werkzeugen auch eine Kugel mit Sternen, über der ein hohler Kegel hange, enthalte.

Die erſtern bekanntern Sternkegel ſind die von Jac. Zimmermann [β]). Vom Herrn Prof. Funk in Leipzig [γ]) erhielt man im Jahre 1770 ein Paar größere Coniglobien, deren Halbmeſſer der Grundfläche $\frac{5}{6}$ der Höhe beträgt, welche jedoch die Lagen der Sterne nur obenhin vorſtellen. Vollkommener ſind eben des Herrn Prof. Funk neuere Sternkegel [δ]).

So ſehr man aber auch die Sternkegel als ein Hülfsmittel, die Sterne in ihrer natürlichſten Stellung kennen zu lernen, angeprieſen hat, ſo bleiben ſie doch immer ein ſehr unähnliches Bild einer Halbkugelfläche, beſonders an der Spitze, wo die Bilder beſtändig verzerrt und undeutlich erſcheinen. Da es überdem eine geringe Einbildungskraft erfordert, die auf einer Kugelfläche gezeichneten Bilder in gehöriger Ordnung an die innere hohle Kugelfläche zu verſetzen,

α) Aſtroſcopium, Vlm 1659. 8.

β) Coniglobium nocturnale ſtelligerum. Hamb. 1692. Deutſch: Beſchreibung der Congiglobiorum etc. Hamburg 1706. 8. verbeſſ. Ausgabe von Klügel. Hamb. 1770.

γ) Anweiſung zur Kenntniß der Geſtirne vermittelſt zweener Sternkegel. Leipz. 1770.

δ) Anweiſung zur Kenntniß der Geſtirne auf zwey Planiglobien und zwey Sternkegeln. Leipz. 1777.

ſo ſcheint es wohl eben nicht der Mühe werth zu ſeyn, die Himmelskugeln mit den Sternkegeln zu vertauſchen.

M. ſ. Käſtner Anfangsgründe der Aſtronomie. 4te Aufl. §. 119. VIII. IX.

Sternkenntniß ſ. Aſtrognoſie.

Sternkunde ſ. Aſtronomie.

Sternrohr ſ. Fernrohr.

Sternſchnuppen, Sternſchießen, Sternſchneuzen (ſtella cadens ſ. transvolans, étoile tombante, étoile, qui file) heißen kleine leuchtende Körper, welche man bey heitern Nächten bald ſchneller bald langſamer durch die Atmoſphäre ſchießen, und größtentheils in derſelben wieder verſchwinden, mannichmahl aber auch auf die Erde herabfallen ſiehet. Bisweilen haben ſie einen langen Schweif nach ſich, und ſcheinen überhaupt nur der Größe nach von den fliegenden Drachen und Feuerkugeln verſchieden zu ſeyn. M. ſ. Feuerkugel.

In manchen Nächten ſind die Sternſchnuppen außerordentlich häufig, in manchen aber ſehr ſelten und gar nicht. Beſonders beobachtet man ſie in warmen Nächten vorzüglich im Frühlinge und Herbſte am häufigſten, auch in ſolchen Nächten ſieht man ſie in Menge, welche auf ſchwüle Tage folgen, nach Muſſchenbroek vornehmlich im Auguſt, wenn die größte Hitze vorüber iſt. Indeſſen ſind ſie auch nicht ganz ungewöhnlich in ſehr heitern Winternächten; ſo beobachtete Kraft *) zu Petersburg am 25ſten Nov. 1741 häufige Sternſchnuppen bey ſtrenger Kälte, da das Fahrenheit'ſche Thermometer auf Null ſtand. Uebrigens iſt noch zu bemerken, wie mir die Erfahrung ſelbſt hinreichend gelehret hat, daß die Sternſchnuppen an ſolchen Orten am meiſten wahrgenommen werden, wo beynahe den ganzen Winter über auf Wieſen und Feldern Waſſer geſtanden, wo überdieß auch die Irrwiſche, die Feuerkugeln und fliegende Drachen ſehr häufig zu finden ſind.

Dieſen

*) Praelectiones phyſ. Vol. III. p. 320.

Dieſen unläugbaren Erfahrungen gemäß ſcheinen alſo die Sternſchnuppen auf die nämliche Art, wie die Irrlichter, die fliegenden Drachen und die Feuerkugeln zu entſtehen. Es iſt häufig angeführet worden, daß man die Subſtanz der auf die Erde gefallenen Sternſchnuppen als eine gallertartige gelbliche Materie mit ſchwarzen Flecken gefunden habe, welche in Papier aufbewahret endlich vertrocknet und hart geworden ſey. Dergleichen Beobachtungen findet man beym Gaſſendi erwähnet. Daß Sternſchnuppen auf die Erde herabfallen, iſt nun wohl keinem Zweifel unterworfen; allein es iſt ſo leicht nicht, die Stelle genau zu finden, und verſichert zu ſeyn, daß die gefundene Subſtanz auch wirklich von den Sternſchnuppen herrühre. Jetzt iſt es aber auch ausgemacht, daß die vorgebliche gallertartige gelbliche Materie nicht von Sternſchnuppen herrühre.

Was die Höhe dieſes Meteors im Luftkreiſe betrifft, ſo hat man Beobachtungen darüber gänzlich vernachläſſiget. Brydone *) verſichert, er habe auf dem Bernhard in der Schweiz die Sternſchnuppen noch eben ſo hoch im Luftkreiſe wahrgenommen, als unten auf der flachen Erde. Erſt vor einigen Jahren haben die beyden Herren Brandes und Benzenberg angefangen, die Höhen der Sternſchnuppen genauer zu beobachten β). Beyde ſtellten vom 11ten Sept. 1798 bis zum 4ten November, der eine zu Clausberg, der andere anfänglich zu Ellershauſen, nachher zu Seſebühl, in einerley Nächten, jeder für ſich, über alle ihm vorkommende Sternſchnuppen Beobachtungen an. Die Zeit beſtimmten ſie nach Uhren, die ſie immer vorher auf der Göttinger Sternwarte ſtellten. Hauptſächlich war es ihnen um den Punkt zu thun, wo die Sternſchnuppe verſchwand. Seinen Ort beſtimmten ſie anfänglich durch Meſſung ſeines Abſtandes von zwey bekannten Sternen mit Hülfe eines Winkelmeſſers, nachher, weil dieß zu viel Zeit erforderte, durch ſeine bloße Be-

*) Tour through Sicily, Vol. I. lettr. 10.

β) Verſuche, die Entfernung, Geſchwindigkeit, und die Bahnen der Sternſchnuppen zu beſtimmen von J. F. Benzenberg und H. W. Brandes. Hamburg 1800. 8.

Bezeichnung in den Sternkarten. Dadurch ergab ſich dann gerade Aufſteigung und Abweichung, und vermittelſt der Zeit Höhe und Azimuth des Verſchwindungspunktes. Da nun auch die Lage und Größe der Standlinie bekannt war, ſo ließ ſich hieraus die Entfernung dieſes Punktes beſtimmen. Aus Vergleichung der Zeit und der übrigen Umſtände der Beobachtung ergab ſichs, welche der beyderſeits gemachten Beobachtungen als correſpondirend angeſehen werden konnten. Dergleichen fanden ſich unter 402 im Ganzen gemachten Beobachtungen nur 22. In der Folge wurden auch Verſuche gemacht, zugleich den Anfangspunkt der Sternſchnuppen, und damit die Lage und Länge der Bahn, und die wahre Geſchwindigkeit derſelben zu beſtimmen. Als Reſultat von 17 correſpondirenden Beobachtungen ergab ſich, daß eine der Sternſchnuppen mehr als 30 Meilen, 2 über 20 Meilen, 8 über 10 Meilen, und 6 zwiſchen $1\frac{1}{2}$ bis 10 Meilen von der Erde entfernet waren. Die bey einigen berechnete Länge ihrer Bahn war 7, 8, 9, 10 Meilen, ihre wahre Geſchwindigkeiten 4, 5, 6 Meilen in einer Sekunde, bey einer ließ ſich der wahre Durchmeſſer auf etwa 100 Fuß ſchätzen.

Woher aber die Sternſchnuppen entſtehen, iſt bis jetzt noch nicht zur völligen Gewißheit gekommen. Paracelſus hielt ſie für Auswürfe der Geſtirne, Merret und Morton gaben ſie für leuchtende Excremente der Vögel aus, und Muſſchenbroek nahm ſie für öhlichten Stoff an, welcher durch die Wärme des Tages aufgelöſet in die Atmoſphäre ſteige, durch die Kühle des Abends aber verdichtet werde, und entzündet durch ſeine Schwere herabfalle; indeſſen iſt es hier nicht leicht zu begreifen, wie die Entzündung erfolgen könne.

Der erſte, welcher dieſes Meteor als eine elektriſche Erſcheinung betrachtete, war Beccaria *). Folgende Beobachtung diente ihm als Beweis dieſer ſeiner Behauptung: als er nämlich mit einem gewiſſen Freunde eine Stunde nach Sonnenuntergang unter freyem Himmel ſaß, ſahen ſie eine Stern-

*) Dell' elettriciſmo. 1758. 4.

Sternſchnuppe gerade auf ſie los kommen, bis ſie endlich nicht weit von ihnen verſchwand, ſo daß auf ihren Geſichtern, Händen und Kleidern, ſo wie auf der Erde und allen nahen Gegenſtänden, eine ſchwache Erleuchtung zurückblieb, ohne dabey das geringſte Geräuſch zu bemerken. Da ſie hierüber erſtaunt waren, kam ein Bedienter aus einem benachbarten Garten, und fragte, ob ſie nichts geſehen hätten? ihm ſey plötzlich ein Licht erſchienen, beſonders am Waſſer, womit er den Garten begoſſen habe. Dieſe Erſcheinung ſchien offenbar elektriſch zu ſeyn, und Beccaria führet überdem noch an, daß er oft auf ſeinen papiernen Drachen in der Luft eine Menge elektriſcher Materie hinzufahren geſehen habe, welche mit dem Sternſchießen ſehr viel Aehnlichkeit gehabt habe; überdem ſey bisweilen der Drache mit einer Art von Glorie umgeben geweſen, von welcher ein Licht an dem Orte, welchen der Drache verlaſſen, zurückgeblieben ſey. Allein Reimarus *) bemerket gegen dieſe Erklärung ganz richtig, daß ſich die Sternſchnuppen ſowohl in der Entſtehung, als auch Bewegung und Wirkung vom Blitze und von allen elektriſchen Erſcheinungen gar ſehr unterſcheide. Die Entſtehung der Sternſchnuppen erfolge bey heiterer windſtiller Luft, und in einer viel größern Höhe des Luftkreiſes als die Wolken; dabey zeige ſich offenbar eine entzündete Materie, welche Funken umherſprühe; auch weiche der Weg derſelben von der Bahn eines Wetterſtrahls gar ſehr ab, und ſuchten nicht die auf der Erde hervorragenden Gegenſtände zu treffen.

Von den meiſten Naturforſchern werden ſie für öhlichte oder fette Dünſte im Luftkreiſe ausgegeben, welche entweder wirklich in Brand kommen oder leuchten. Nach Volta ß) und andern hat vorzüglich die brennbare Luft, welche ihrer Leichtigkeit wegen bis auf die größten Höhen aufſteigt, und in Vermiſchung mit atmoſphäriſcher Luft einer Entzündung fähig wird, an dieſer Erſcheinung großen Antheil. Nur

 läßt

*) Vom Blitze. §. 100. 168.
ß) Briefe über die Sumpfluft; a. d. ital. Winterthur 1778. 8.

läßt ſich hierbey nicht wohl begreifen, auf welche Art die Entzündung derſelben erfolgen könne.

Herr **Chladni** *) erkläret die Sternſchnuppen auf eine ähnliche Art, wie die Feuerkugeln. M. ſ. **Feuerkugel.** Nach ſeiner Meinung unterſcheiden ſich die Sternſchnuppen von den Feuerkugeln nur dadurch, daß ihre eigenthümliche ſchnelle Bewegung ſie in einer größern Entfernung bey der Erde vorbeyführet, ſo daß ſie von derſelben nicht bis zum Niederfallen angezogen werden, und folglich beym Durchgehen durch die höchſten Regionen der Atmoſphäre entweder nur eine ſchnell vorübergehende elektriſche Erſcheinung verurſachen, oder auf einen Augenblick wirklich in Brand kommen, welches Brennen aber ſogleich wieder aufhöret, wenn ſie ſich von der Erde abermahls ſo weit entfernen, daß die Luft zur Unterhaltung des Feuers zu dünn iſt. Dieſer Erklärung zu Folge müßten die Sternſchnuppen ganz eigene, um die Sonne oder um die Erde laufende, Körper ſeyn, weil offenbar ein ſolcher Körper, der von unſerer Erde entfliehet, keine andere Bewegung, als eine Centralbewegung, annehmen kann. Daraus müßte aber nothwendig folgen, daß ſie ganz unabhängig von Ort, Zeit und Witterung wären, welches aber allen zuverläſſigen Erfahrungen ganz entgegen iſt.

Inzwiſchen gibt doch Herr **Chladni** auch zu, daß unter dieſen leuchtenden Erſcheinungen, beſonders den niedrigern, einige von ganz anderer Entſtehung ſind. Manche könnten von elektriſcher Natur ſeyn, oder aus ſchleimigen, durch Fäulniß aufgelöſeten animaliſchen oder vegetabiliſchen Theilen entſtehen, und ſich durch Ausdehnung durch die Sumpfluft, wie kleine Luftbälle zu einiger, nie aber beträchtlichen Höhe erheben.

Herr **Girtanner** ß) hält die Sternſchnuppen wahrſcheinlich für gephosphortes Waſſerſtoffgas, welches ſich in der Atmoſphäre von ſelbſt entzündet, d. h. mit Sauerſtoffe verbindet. Weil nun aber eine hohe Temperatur erfordert wird,

*) Ueber den Urſprung einiger Eiſenmaſſen ꝛc. Leipz. 1794. 4.
ß) Anfangsgründe der antiphlogiſt. Chemie. Berlin 1795. 8. S. 247.

wird, um den Phosphor in Gas zu verwandeln, ſo entſtünden auch die Sternſchnuppen nur bey warmer Witterung.

M. ſ. *Muſſchenbroek* introduct ad philoſoph. natural. Tom. II. §. 2505. Prieſtley Geſchichte der Elektricität, durch Krünitz. Berl. u. Stralſ. 1772. 4. S. 235.

Sternſtunden ſ. Sternzeit.

Sterntag ſ. Sternzeit.

Sternzeit, Zeit der erſten Bewegung (tempus primi mobilis, temps méſuré par la revolution des étoiles) heißt die Zeitdauer mit ihren Abtheilungen, welche von dem täglichen Umlaufe der Fixſterne um den ganzen Himmel, oder von der täglichen Umdrehung unſerer Erde um ihre Axe abhängt.

Wenn man mittelſt einer genau gleichförmig gehenden Uhr die Zeit zwiſchen zwey Durchgängen eines Fixſternes durch den Mittagskreis abmißt, ſo findet man ſie jederzeit eben ſo groß, als die Zeit zwiſchen jedem Paare anderer Durchgänge eben dieſes Fixſternes, oder auch eines jeden andern Fixſternes. Dieß iſt gerade die Zeitdauer, in welcher unſere Erde ihre einmahlige Umwälzung um die Axe vollendet, oder auch der ganze Himmel ſich völlig ein Mahl umgedrehet hat. Paul Friſi *) hat in einer Preisſchrift gezeigt, daß dieſe Zeit der Theorie nach, ſich beſtändig gleich bleiben müſſe, die Kräfte, welche dieſe Bewegung verurſachten, möchten auch ſeyn, welche ſie wollten. Auch haben die Beobachtungen ohne Ausnahme gelehret, daß dieſe Bewegung immer gleichförmig von Statten gehe. Dieſes uns gleichſam von der Natur dargebotene Zeitmaß wird ein Sterntag genennt, welcher in 24 Stunden, jede Stunde in 60 Minuten, jede Minute in 60 Sekunden u. ſ. Sternzeit eingetheilet wird.

Weil alſo die Umdrehung des Himmels gleichförmig geſchiehet, mithin binnen 24 Sternſtunden alle 360 Grade des Aequators durch den Mittagskreis geſchoben werden, ſo folgt, daß in jeder Stunde 15°, in jeder Minute 15′,

*) Diſſ. ſur le mouvement diurne de la terre. Berlin 1756.

15′, in jeder Sekunde 15″ des Aequators durch den Meridian gehen; imgleichen, daß jeder Grad, um ſich durch den Meridian durchzuſchieben, 4 Minuten, jede Minute des Bogens 4 Sekunden u. ſ. Zeit gebrauchet. Hieraus iſt alſo ſehr leicht begreiflich, wie ſich Sternzeit in Bogen des Aequators, und hinwiederum Bogen des Aequators in Sternzeit verwandeln laſſe. M. ſ. Aequator.

Wenn Uhren die Sternzeit genau angeben ſollen, ſo müſſen ſie von dem Zeitmomente einer Culmination eines Fixſternes bis auf den Augenblick der folgenden Culmination eben deſſelben Sternes genau 24 Stunden zeigen.

Im gemeinen bürgerlichen Leben, wo man ſich nach dem Sonnenlaufe richten muß, iſt die Sternzeit nicht brauchbar. Bey aſtronomiſchen Beobachtungen aber iſt ſie eben wegen ihrer außerordentlich genauen Gleichförmigkeit der Sonnenzeit weit vorzuziehen. Sonſt war es faſt allgemeine Gewohnheit, die Beobachtungen am Himmel nach Sonnenzeit anzuſtellen, und ſie in wahrer Sonnenzeit anzugeben. Dadurch ward man genöthiget, die Uhr nach mittlerer Sonnenzeit einzurichten, und die gemachten Beobachtungen auf wahre Sonnenzeit zu reduciren. Es iſt aber leicht einzuſehen, daß auf ſolche Art die Arbeit nicht allein ohne Noth vermehret, ſondern auch überdem eine neue Quelle mancher Fehler werden könne. Gebrauchet man hingegen bey den aſtronomiſchen Beobachtungen genaue Sternuhren, ſo iſt die Reduktion der beobachteten Zeit auf wahre Sonnenzeit ungemein leicht, und dabey weit weniger Gefahr, Fehler zu begehen, als bey dem erſten Verfahren. Die engliſchen Aſtronomen fingen zuerſt an, zu ihren Beobachtungen Sternuhren zu gebrauchen, und der Herr v. Zach hat bey der Anordnung ſeiner Sonnentafeln vorzüglich darauf Rückſicht genommen, die unmittelbaren Meridianbeſtimmungen durch die Sternzeit auch unter den deutſchen Aſtronomen mehr in Gang zu bringen.

Wenn man auf das Vorrücken der Nachtgleichen mit Rückſicht nimmt, ſo läßt ſich noch ein feiner Unterſchied

zwiſchen Sternzeit und Zeit der erſten Bewegung machen. Die letztere wäre alsdann diejenige, welche nach den Culminationen der Nachtgleichungspunkte, oder überhaupt der Punkte der Ekliptik abgemeſſen wird. Weil aber die Nachtgleichen jährlich nur 50″ fortrucken, welcher Bogen 200 Tertien Zeit gebrauchet, um durch den Meridian zu gehen, ſo iſt dieſer Tag der erſten Bewegung etwa um $\frac{200}{365}$ oder etwa um $\frac{5}{9}$ einer Tertie kürzer, als der Sterntag; mithin ſind für uns Sterntag und Tag der erſten Bewegung nicht zu unterſcheiden.

M. ſ. Käſtner Anfangsgründe der Aſtronomie. 4te Aufl. §. 80. 125. XI u. ſ.

Stetigkeit (continuitas, continuité). Das Wort Stetigkeit gebrauchet man in einem doppelten Verſtande: 1) beym Zuſtande ſolcher Dinge, die wirklich vorhanden ſind oder coexiſtiren, und 2) bey einer ununterbrochenen Reihe von Zuſtänden oder Veränderungen der Dinge, die auf einander folgen.

Stetigkeit im erſten Verſtande findet da Statt, wo alles erfüllt iſt, wie z. B. beym Raume; denn es gibt im Raume keine Stelle, wo nicht ein Theil des Raums anzutreffen wäre. Daher auch in der Geometrie, welche ſich mit Ausmeſſung der Räume beſchäftiget, ſtetige Größen (quantitates continuae) oder ſolche Größen vorausgeſetzet werden, deren Theile ſo an einander liegen, daß zwiſchen ihnen nichts geſetzet werden kann, was nicht mit zur Größe ſelbſt gehörte. Hierbey entſteht nun aber die wichtige Frage, ob denn auch in der Natur die Materie den Raum mit Stetigkeit erfülle? Die Erfahrung kann hier ganz und gar nicht entſcheiden; es wäre alſo dieß eine Frage, welche die Metaphyſik zu beantworten hat. Nimmt man die atomiſche Lehre an, ſo iſt es als entſcheidend ausgemacht, daß die Materie den Raum nicht mit Stetigkeit erfüllt, und eben hieraus iſt es begreiflich, daß man bey der Theilung der Materie zuletzt bey den Atomen ſtehen bleiben muß. Allein unter dem Artikel **Grundkräfte** iſt bereits gezeiget worden, welchen Schwierigkeiten man bey der Erklärung der Naturphänomene nach der atomiſtiſchen Lehre ausgeſetzet iſt. Nach der dynami-

namiſchen Lehre hingegen, welche nicht nur der Erfahrung nicht widerſpricht, ſondern vielmehr dieſelbe aufs kräftigſte zu unterſtützen ſcheinet, muß man annehmen, daß die Materie den Raum mit Stetigkeit erfülle, woher die Theilbarkeit der Materie ins Unendliche begreiflich wird, ob man gleich nicht annehmen darf, daß die endliche Materie aus einer unendlichen Menge von materiellen Theilen zuſammengeſetzet ſey.

Stetigkeit in der andern Bedeutung nimmt man in der Natur da wahr, wo die Veränderung der auf einander folgenden Zuſtände nicht ſprungweiſe, ſondern durch unmerkliche Stufen geſchiehet, ſo daß ſie von jedem Zuſtande zum andern durch alle mögliche dazwiſchen fallende Zuſtände übergeht, welche ſich als unendlich viele, aber unendlich wenig unterſchiedene Stufen betrachten laſſen.

Daß alle Veränderungen in der Natur wirklich ſo allmählig erfolgen, hat man ſchon von alten Zeiten her angenommen, und durch den Grundſatz: natura non facit ſaltum, ausgedruckt. In den neuern Zeiten hat man dieſem Satze den Nahmen des **Geſetzes der Stetigkeit** (lex continui ſ. continuitatis) gegeben, und es iſt von den meiſten als ein in aller Strenge ausgemachtes Naturgeſetz angenommen worden. Zu dem Ende hat man allgemein angenommen, daß keine Veränderung von beſtimmter Größe in der Natur plötzlich erfolgen könne, ſondern jederzeit durch unendlich kleine Stufen gehen müſſe. Ja man hat alles für ungeändert gehalten, was mit dieſem Geſetze im Widerſpruche ſteht. Wenn es z. B. in der Natur vollkommen harte Körper gäbe, ſo müßte ſich auch beym Stoß derſelben die Geſchwindigkeit im Augenblicke des Stoßes plötzlich ändern, mithin würde hier eine Veränderung, ohne durch unendlich kleine Stufen zu durchgehen, plötzlich erfolgen, welches dem Geſetze der Stetigkeit entgegen wäre. Daher haben einige daraus gefolgert, daß vollkommen harte Körper an ſich unmöglich wären. Da aber die Atomiſtiker annehmen, daß die Atomen als vollkommen hart gedacht werden müſſen, ſo wäre es in der That ein

Wider-

Widerſpruch, das Zuſammengeſetzte nicht vollkommen hart, und doch die Theile, woraus es zuſammengeſetzet iſt, als vollkommen hart zu betrachten. Man müßte daher entweder die Atomen völlig läugnen, oder die Möglichkeit der an ſich vollkommen harten Körper behaupten. Dieſe Schlüſſe, welche **Euler** wider die Atomen machte, haben ihre völlige Richtigkeit, wenn man das Geſetz der Stetigkeit in aller Strenge als wahr annimmt. Allein in ſolcher Strenge nehmen es gewöhnlich die Atomiſtiker nicht. Vielmehr ſuchen ſie ſich dadurch zu helfen, daß ſie annehmen, alles in der Natur, mithin auch Stetigkeit, ſey bloßer Schein. Allein wenn nun wirklich erwieſen werden könnte, daß es in der Natur Kräfte gäbe, welche ſtetig und ununterbrochen wirkten, wie doch ſelbſt die Atomiſtiker, wenigſtens bey der Anziehung, annehmen; ſo müßte doch nothwendig das Geſetz der Stetigkeit in aller Strenge daraus folgen. Wirklich lehret auch die Erfahrung in unzähligen Fällen, daß die veränderten Zuſtände in der Natur nur allmählig durch alle mögliche gedenkbare Stufen hindurch, d. i. ſtetig erfolgen. So muß z. B. der herabfallende Körper alle mögliche Grade der Geſchwindigkeit erhalten, ehe er den verlangten Grad bekommt; ein central bewegter Körper krümmt ſeine Bahn in jedem Augenblicke oder mit Stetigkeit u. ſ. w. Wie vortrefflich ſtimmt dieß nicht alles mit der dynamiſchen Lehre überein. Nimmt man an, daß unſere Erde vermöge ihrer anziehenden Kraft ſtetig auf die Körper wirke, ſo fallen nicht allein alle Ungereimtheiten weg, auf die man zuletzt nach der atomiſtiſchen Lehre kommen muß (m. ſ. **Attraktion**), ſondern es beruhen auch alle die erhabenſten Rechnungen und Schlüſſe daraus, welche doch ſo ſchön mit der Erfahrung übereinſtimmen, auf einem gewiſſen Grunde, da im Gegentheil der Atomiſtiker immer noch in der Irre herumtappt, und doch dabey auch ſtillſchweigend das Geſetz der Stetigkeit annehmen muß, wenn er richtige Reſultate erhalten will.

Stickgas, Stickluft ſ. **Gas, phlogiſtiſirtes.**

Stickſtoff, Azote, Salpeterſtoff (Azoticum, azote) iſt ein von den Antiphlogiſtikern angenommener Stoff, der als Baſis des irreſpirablen Theils der atmoſphäriſchen Luft, und zugleich als die Baſis der Salpeterſäure betrachtet wird. Lavoiſier benannte dieſen Stoff mit Azote, welcher von dem privativen α der Griechen und dem Worte ζωὴ (vita) hergeleitet iſt, und daher ſo viel bedeutet, als tödtend, ungeſchickt zur Erhaltung des Lebens. Eben dieß druckt das deutſche Wort Stickſtoff aus. Der Nahme Salpeterſtoff rührt daher, weil nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme angenommen wird, daß Stickſtoff mit Sauerſtoff im gehörigen Verhältniſſe verbunden Salpeterſäure gebe. Den vorgeſchlagenen Nahmen nitrogène verwarf Lavoiſier dieſerwegen, indem man eben ſowohl den Ausdruck alcaligène wählen könnte, da dieſer Stoff auch einen Beſtandtheil des flüchtigen Laugenſalzes ausmacht.

Nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme iſt der Stickſtoff in großer Menge in der Natur verbreitet. Mit dem Wärmeſtoffe verbunden gibt er Stickgas, woraus ungefähr $\frac{2}{3}$ der Atmoſphäre beſtehen. Er macht einen Hauptbeſtandtheil der thieriſchen Körper aus, und iſt in ihnen mit dem Kohlenſtoffe und mit dem Waſſerſtoffe verbunden, zuweilen auch mit dem Phosphor. Alle dieſe Stoffe werden in den thieriſchen Körpern durch den Sauerſtoff, mit dem ſie verbunden ſind, in eine zuſammengeſetzte Halbſäure verwandelt, zuweilen auch in eine Säure, je nachdem mehr oder weniger Sauerſtoff mit ihnen verbunden iſt. Mit Sauerſtoff macht der Stickſtoff das ſalpeterhalbſaure Gas (nitröſe Luft) und die Salpeterſäure; mit dem Waſſerſtoffe macht er Ammoniak (flüchtiges Alkali).

Unter allen Stoffen in der antiphlogiſtiſchen Chemie iſt der Stickſtoff immer noch am räthſelhafteſten. Das Stickgas wird durch ſo viel verſchiedene, zum Theil ſich ſehr unähnliche Mittel erhalten, daß es ſchwer iſt, zu ſagen, welches unter allen das eigentlichſte Stickgas ſey, und den Stickſtoff in der größten Reinigkeit enthalte. Was für Eigenſchaf-

genſchaften Herr Göttling bey einer reinen Stickſtoffluft erfordert, iſt unter dem Artikel, Gas, phlogiſtiſirtes angezeiget worden. Durch verſchiedene Verſuche iſt man ſogar veranlaſſet worden, den Stickſtoff als ein Unding zu betrachten, und vielmehr dem Stickgas eben ſo, wie dem dephlogiſtiſirten Gas, Sauerſtoff zur Baſis zu geben, und den Unterſchied beyder Gasarten bloß darin zu ſetzen, daß im Stickgas Sauerſtoff mit Lichtſtoff, und im dephlogiſtiſirten Sauerſtoff mit Wärmeſtoff verbunden ſey. Die vorzüglichſten Erfahrungen, aus welchen er dieſe Behauptung gefolgert hat, ſind dieſe. Wenn man Waſſerdämpfe durch ein glühendes irdenes Pfeifenrohr gehen läßt, ſo verwandeln ſie ſich in Stickgas. Woher dieß Stickgas komme, hat ſchon den Chemikern viel zu ſchaffen gemacht, beſonders da der Waſſerdampf durch glühende Röhren von andern Materien getrieben nicht Stickgas wird, ſondern Waſſerdampf bleibt. Einige haben dieß ſo erkläret, der Lichtſtoff trete zugleich mit dem Wärmeſtoffe an den Waſſerdampf, und erſterer gebe ein Bindungsmittel ab, welches die beyden letztern in eine chemiſche Vereinigung bringe, und eben dadurch den Waſſerdampf in Stickgas umändere. Andere erklären das Entſtehen der Stickluft, wiewohl ganz unrichtig, aus dem Eindringen der äußern atmoſphäriſchen Luft durch das glühende Pfeifenrohr. Noch mehr ſchien die Vermuthung, daß Stickluft eine wirkliche Verbindung vom Sauerſtoff und Lichtſtoff ſey, folgender Verſuch des Herrn Göttling zu beſtätigen: es verwandelte ſich nämlich reine Lebensluft, durch ein glühendes Pfeifenrohr getrieben, nach und nach völlig in Stickluft um. Inzwiſchen hat man doch wieder in den neuern Zeiten finden wollen, daß die Urſache der Entſtehung des Stickgas nicht in dem Lichtſtoffe, ſondern vielmehr in dem Pfeifenrohr zu ſuchen ſey, welches an der glühenden Stelle eine merkliche Veränderung erlitten habe. Aus dieſer kurzen Anzeige ſieht man nun hinreichend, daß man mit dem Stickſtoff immer noch nicht ins Reine iſt, und daß es ſich wohl der Mühe belohnet, noch

mehrere

mehrere und genaue Verſuche anzuſtellen, um endlich etwas Beſtimmtes daraus zu erhalten.

Stiefel der Pumpe ſ. **Pumpe, Luftpumpe.**

Stillſtand der Planeten (ſtationes planetarum, ſtations des planetes). Wenn ein Planet in ſeiner Laufbahn aus dem rechtläufigen Gange in den rückläufigen oder aus dieſem in jenen übergeht, ſo gibt es beſtändig eine kleine Zwiſchenzeit, wo er unmerklich im Thierkreiſe fortzugehen, oder ſeine geocentriſche Länge nicht merklich zu ändern ſcheinet. Man betrachtet ihn alsdann **ſtillſtehend** (ſtationarius, ſtationnair). Während dieſes Stillſtandes kann ſich ſeine Breite merklich ändern, wenn er dem Knoten nahe iſt. Der Grund von dieſer Erſcheinung liegt bloß in der Bewegung der Erde, die ſich mit der wirklichen Bewegung des Planeten ſo vereiniget, daß die Geſichtslinien aus der Erde in den Planeten eine Zeit lang eine parallele Lage behalten. Uebrigens gibt ſie einen ſehr ſchönen Beweis von der wirklichen Bewegung der Erde ab, da ſie im Gegentheil nach der Ptolemäiſchen Weltordnung nicht anders zu erklären iſt, als daß der Planet in ſeiner Bewegung eine Zeit lang wirklich ſtill ſtehe.

Stockwerk ſ. **Gang.**

Stoff ſ. **Materie.**

Stoß der Körper (conflictus ſ. colliſio corporum, percuſſio, impactus, impulſus, choc des corps, colliſion, percuſſion). Ein Körper **ſtößt** an einen andern, wenn der erſtere ſich nicht weiter fortbewegen kann, ohne dem andern ruhenden Körper eine Bewegung mitzutheilen, oder auch wohl in der Bewegung des ſchon bewegten Körpers eine Veränderung hervorzubringen. Geſchiehet die Bewegung des Schwerpunktes eines feſten Körpers in einer geraden Linie, und es beweget ſich der Schwerpunkt eines andern Körpers in eben der geraden Linie, ſo laſſen ſich alsdann zwey Fälle unterſcheiden, da der Stoß geſchehen kann: ein Mahl wenn beyde nach gerade entgegengeſetzter Richtung ſich bewegen, und das andere Mahl, wenn die

Geſchwin-

Geſchwindigkeit des vorlaufenden geringer als die Geſchwindigkeit des nachfolgenden iſt. Man nehme an (fig. 109.), der Körper a habe den Weg ea zurückgeleget, wenn der Körper c in c ankommt, und in dieſem Augenblicke berühren beyde einander; ſo kann nach Beſchaffenheit der Körper dieſe Berührung nur in einem einzigen Punkte, oder in mehreren Punkten geſchehen. Man ſtelle ſich nun eine Ebene hi vor, welche die Oberflächen der Körper in b berühret, und es ſey durch b eine gerade Linie auf die Ebene ſenkrecht gezogen; fällt dieſe gerade Linie mit der Richtung der Bewegung beyder Körper zuſammen, ſo ſagt man, beyde Körper **ſtoßen gerade** an einander; im entgegengeſetzten Falle aber ſtoßen ſie **ſchief** an einander. Wenn beym geraden Stoße die Richtung der Bewegung durch beyder Körper Schwerpunkte geht, ſo heißt der Stoß ein **centraler Stoß**, ſonſt aber ein **eccentriſcher Stoß**.

Wenn alſo die Geſetze des Stoßes der feſten Körper an einander gehörig erörtert werden ſollen, ſo muß man erſtlich darauf ſehen, auf wie vielerley Art der Stoß geſchehen kann. Dieß geſchieht nun auf eine dreyfache Art: 1. zwiſchen einem ſich bewegenden und einem ruhenden, 2. zwiſchen zwey Körpern, welche ſich nach gerade entgegengeſetzter Richtung bewegen, und 3. zwiſchen zwey Körpern, die nach einerley Richtung in der Bewegung begriffen ſind. Nachher muß zweytens darauf Rückſicht genommen werden, ob der Stoß in allen dieſen Fällen gerade oder ſchief, und ob er ein centraler oder eccentriſcher Stoß ſey.

So bald beym centralen Stoße die erſte Berührung geſchieht, ſo wird der eine Körper a der Bewegung des nachfolgenden c widerſtehen, es mag nun der Körper a entweder in Ruhe oder ſelbſt in Bewegung ſeyn. In dieſem Augenblicke aber muß nothwendig die bewegende Kraft des Körpers c eine Verminderung leiden, folglich ſeine Bewegung verzögert werden; dem Körper a aber wird dadurch eine beſchleunigende Bewegung mitgetheilet, indem dem Körper a ein Theil ſeiner Bewegung, welche man ſich in

der Richtung, die der Richtung des bewegten Körpers entgegengeſetzet iſt, vorſtellen muß, beraubet wird. Weil nun beyde Körper urſprünglich elaſtiſch ſind, ſo wird die größte Wirkung des Stoßes alsdann erfolgen, wenn der Abſtand beyder Schwerpunkte am kleinſten iſt, denn alsdann iſt die Wirkung und Gegenwirkung am größten.

Da es aber verſchiedene Grade der Elaſticität gibt, und bey den feſten Körpern beſonders nicht ſo wohl urſprüngliche als vielmehr abgeleitete Elaſticität Statt findet, ſo muß auch nothwendig ein Unterſchied zwiſchen den Geſetzen des Stoßes ſolcher Körper, die den geringſten Grad der Elaſticität beſitzen, und zwiſchen den der im höchſten Grade elaſtiſchen Körper ſeyn. Wenn der Stoß eines elaſtiſchen Körpers gegen einen andern elaſtiſchen erfolget, ſo ſtrebt jeder von dieſem Augenblicke an, ſeine vorige Geſtalt wieder anzunehmen, der voranlaufende vermindert die Geſchwindigkeit des nachfolgenden, der letztere aber vermehrt die Geſchwindigkeit des erſtern noch mehr, bis beyde ihre vorige Figur völlig erhalten haben. Hingegen bey dem Stoße unelaſtiſcher Körper wird die Wirkung und Gegenwirkung verurſachen, daß beyde Körper eine gleiche Geſchwindigkeit erlangen mit welcher ſie ſich alsdann fortbewegen.

Uebrigens kann man ſich bey der Lehre des Stoßes keinesweges, wie die Atomiſtiker glauben, die Körper ſo vorſtellen, als wenn ſie bloß träge nicht ſchwer, wären Denn hiernach würde man gar keinen Grund angeben können, warum mehr Maſſe eine größere Kraft erfordere, um ihr eine gleiche Geſchwindigkeit mit geringerer Maſſe mitzutheilen. In ſolchen Fällen, wo die Wirkung der Schwere in allen Stellen der Bewegung der bewegten Maſſe ſich gleich bleibt, kann man freylich die Schwere außer Acht laſſen, wenn es bloß auf Bewegung ankommt; bey der Größe derſelben aber muß nothwendig mit auf die Maſſe geſehen, und folglich die Schwere nicht außer Acht gelaſſen werden. M. ſ. Trägheit. Ueberdem läßt ſich die Mittheilung der Bewegung, die beym wirklichen Stoße erfolget, nach der

atomi-

atomiſtiſchen Lehre gar nicht einſehen. Denn daß die Bewegung des einen Körpers zum Theil in den andern etwa ſo übertragen werde, wie man aus einem Glaſe Waſſer in ein anderes füllt, erkläret nichts, weil hier immer noch die Hauptfrage zurückbleibt, wie die Möglichkeit dieſes Uebertragens denkbar ſey? Man muß ſich offenbar vor dem Stoße eine Bewegung des Geſtoßenen gedenken, welche der Bewegung des ſtoßenden gerade entgegengeſetzet iſt, in welchem Falle man ſich erſt die vermehrte Bewegung des erſtern und die verminderte des andern begreiflich vorſtellen kann. M. ſ. Mittheilung der Bewegung.

Wenn a und c ein Paar unelaſtiſche Körper ſind, ſo wird beym centralen Stoße der Druck des Körpers c gegen a gerade ſo groß ſeyn, als der Druck des Körpers a gegen c; demnach muß während des Stoßes der Körper c ſo viel von ſeiner bewegenden Kraft verloren haben, als der Körper a erhalten hat, und daraus folget der Satz: wenn zwey unelaſtiſche Körper an einander ſtoßen, und nach dem Stoß in einerley Richtung ſich fortbewegen, ſo bleibt die Summe der Bewegungen beyder Körper nach dem Stoße eben ſo groß, als ſie vor dem Stoße war. Bewegen ſich hingegen die Körper a und c nach Richtungen, welche einander gerade entgegen geſetzet ſind, ſo wird beym centralen Stoße dem Körper a während des Stoßes ſo viel bewegende Kraft entzogen, als dem Körper c, weil beyde Kräfte entgegengeſetzet ſind, und ſich folglich aufheben; demnach wird nach dem Stoße der Ueberſchuß der größern Bewegung über die kleinere noch eben ſo groß ſeyn, als ſie vor dem Stoße war.

Geſetze des Stoßes unelaſtiſcher Körper.

1. Wenn die beyden unelaſtiſchen Maſſen M und m mit den Geſchwindigkeiten C und c gegen einander ſich bewegen, alſo erſtere mit der Kraft $= MC$, und die andere mit der Kraft mc, ſo werden die Bewegungen beyder Maſſen ſogleich aufhören, wenn $MC = mc$ iſt; denn alsdann hat man $MC = mc = o$, mithin hört alle Kraft auf, und beyde Maſ-

ſen M und m ruhen nach dem Stoße. Wenn hingegen MC größer als mc iſt, ſo wird nothwendig durch den Stoß die Maſſe M ſo viel von der Größe ihrer Bewegung verlieren, als mc beträgt, mithin wird der Maſſe M noch eine Kraft übrig bleiben, welche $= MC - mc$ iſt, womit ſie in ihrer Richtung fortgehen will. Allein da ihr die Maſſe m im Wege liegt, welche ihr widerſteht, ſo muß ſie nothwendig einen Theil von dieſer Kraft aufwenden, um die Maſſe m vor ſich her zu ſchieben, alſo kann die Maſſe M auch nicht mehr ſo ſchnell fortgehen, als wenn die Maſſe m gar nicht mehr da wäre. Mithin muß die Maſſe M eine andere Geſchwindigkeit $= x$ erlangen, womit nun beyde Maſſen $M + m$ zuſammen fortgehen. Man kann ſich alſo vorſtellen, die noch übrige Kraft $MC - mc$ werde nun mit der Kraft $(M + m)x$ ſich fortbewegen, ſo daß alſo $MC - mc = (M + m)x$ iſt, und daraus findet man $x = \frac{MC - mc}{M + m}$, d. h., nach dem Stoße gehen beyde Maſſen zuſammen nach der Richtung fort, nach welcher zuvor diejenige ging, welche die größte Bewegung hatte, und ihre Geſchwindigkeit iſt $= \frac{MC - mc}{M + m}$.

Wäre m vor dem Stoße in Ruhe geweſen, mithin $c = o$, ſo würde die gemeinſchaftliche Geſchwindigkeit nach dem Stoße $= \frac{MC}{M + m}$, und, wenn $M = m$, oder beyde Maſſen einander gleich, $= \frac{1}{2}C$ ſeyn.

Wenn M in Vergleichung mit m unendlich groß iſt, ſo wird nun $x = C - \frac{mc}{M}$, oder die Geſchwindigkeit einer unendlich großen Maſſe wird durch den Stoß unendlich wenig vermindert, und wenn noch die unendlich große Maſſe in Ruhe, mithin $C = o$ iſt, $x = - \frac{mc}{M}$, d. h., die Geſchwin-

ſchwindigkeit iſt nach dem Stoße unendlich klein. Ein Schlag mit einem Hammer gegen einen Felſen erläutert dieß.

Wären endlich beyde Maſſen einander gleich, oder $M = m$, ſo wird die gemeinſchaftliche Geſchwindigkeit nach dem Stoße $= \frac{1}{2}(C - c)$.

2. Wenn ſich beyde Maſſen M und m nach einerley Richtung bewegen, und die nachfolgende M eine größere Geſchwindigkeit, als die vorhergehende m beſitzet, mithin letzterer irgendwo begegnet, ſo wird von dem Augenblicke der Berührung an die Maſſe M die langſamer gehende m ſchneller fort zu bewegen ſuchen, folglich einen Theil ihrer eigenen Bewegung verlieren; dagegen wird m eben ſo viel gewinnen, bis beyde Maſſen $M + m$ mit gleicher Geſchwindigkeit x fortgehen. Mithin iſt nun die Größe der Bewegung $x(M + m) = MC + mc$, weil nichts von den Bewegungen verloren gegangen iſt; daraus findet man

$$x = \frac{MC + mc}{M + m}, \text{ oder}$$

nach dem Stoße gehen beyde Maſſen zuſammen nach der vorigen Richtung mit der Geſchwindigkeit $\frac{MC + mc}{M + m}$.

Wären die beyden Maſſen einander gleich, oder $M = m$, ſo iſt die Geſchwindigkeit nach dem Stoße $= \frac{1}{2}(C + c)$, und, wenn die Geſchwindigkeiten beyder Maſſen ſich gleich wären oder $C = c$, ſo hohlen ſie ſich nicht ein, und es findet gar kein Stoß Statt.

Die Formel $\frac{MC + mc}{M + m}$ kann man als die allgemeine anſehen, wenn man entgegengeſetzte Geſchwindigkeiten als algebraiſche entgegengeſetzte Größen betrachtet. Für denjenigen Fall, wo beyde Maſſen einander entgegen kommen, muß die Geſchwindigkeit c negativ genommen werden, alsdann verwandelt ſich die Formel in die n. 1. $\frac{MC - mc}{M + m}$.

3. Die veränderten Geſchwindigkeiten, die beyde Maſſen erleiden, indem ſich beyde C und c in x verwandeln, ſind C — x und x — c, wofür man, ſtatt x den in der allgemeinen Formel gefundenen Werth geſetzt, erhält

$$C - x = m \cdot \frac{C - c}{M + m},$$

$$x - c = M \cdot \frac{C - c}{M + m}$$

Demnach verhalten ſich beyde Geſchwindigkeiten umgekehrt wie die Maſſen. Im Fall die Maſſen einander entgegen kommen, muß bald C + c ſtatt C — c geſetzet werden. Aus dieſem Satze folgt auch noch m (x — c) = M (C — x).

4. Die Veränderungen der Bewegung beyder Maſſen findet man, wenn man die veränderten Geſchwindigkeiten durch die Maſſen M und m multipliciret. Mithin bekommt man für beyde

$$\frac{M m}{M + m} (C - c),$$

wobey der entgegengeſetzten Bewegung ebenfalls C + c ſtatt C — c geſetzet werden muß. Hieraus ſieht man alſo, daß beyde Maſſen eine gleiche Veränderung ihrer Bewegung erleiden. Die eine gewinnt nämlich eben das, was die andere verliert.

Wenn man Bewegungen nach entgegengeſetzten Richtungen algebraiſch als ſolche Größen betrachtet, die einander vermindern, ſo läßt ſich auch der Satz behaupten, daß die Größe der Bewegung unelaſtiſcher Maſſen vor und nach dem Stoße einander gleich bleibet. Sieht man aber arithmetiſch alle Bewegung, nach welcher Richtung ſie auch geſchiehet, als poſitiv an, ſo findet dieſer Satz nur alsdann Statt, wenn ſich die Maſſen folgen; für den Fall hingegen, da ſie ſich begegnen, iſt die Größe der Bewegung nach dem Stoße der Differenz der Bewegungen vor dem Stoße gleich.

5. Wenn die beyden unelaſtiſchen Körper nicht hart, ſondern weich ſind, ſo hat dieß auf die Wirkung des Stoßes

weiter keinen andern Einfluß, als daß dabey zugleich die Geſtalt der Körper geändert wird, und daß die Veränderung der Bewegung nur nach und nach geſchiehet. Denn ſobald als ſich beyde Körper berühren, ſo weichen auch die Theile der Berührung zuerſt aus, und es geſchehen dadurch in beyden Körpern Eindrücke, ſo daß die Veränderung der Bewegung allmählig erfolgen kann. Das nämliche wird Statt finden, wenn nur der eine Körper weich, der andere aber hart iſt; hierbey wird nun bloß der weiche Körper in ſeiner Geſtalt eine Aenderung erleiden. Es gelten alſo die angezeigten Geſetze nicht allein für harte, ſondern auch für weiche unelaſtiſche Körper.

Dieſe Geſetze finden freylich nur ihre Anwendung bey vollkommen unelaſtiſchen Körpern. Solche gibt es aber in der Natur nicht; daher muß man bey den Verſuchen, wobey Körper vom geringſten Grade der Elaſticität, als Bleykugeln, in der Luft gehärtete Thonkugeln u. ſ. w. gewählet werden, zufrieden ſeyn, wenn ſie die gefundenen Reſultate ſehr nahe beſtätigen.

Geſetze des Stoßes elaſtiſcher Körper.

Bey dem centralen Stoße elaſtiſcher Körper leiden dieſelben anfänglich eben die Veränderung, wie die unelaſtiſchen. Da aber die Theile beyder Körper durch den Stoß zuſammengedrucket werden, und nachher mit eben der Kraft wieder zurückwirken, ſo verurſachen ſie dadurch Veränderungen in den Bewegungen. Bewegen ſich nämlich die beyden elaſtiſchen Körper a und c (fig. 109) nach der Richtung ae, ſo werden die Theile der Maſſen an den Stellen des Stoßes geſpannt, rücken alſo dem Mittelpunkte der Schwere näher. Dieß dauert ſo lange, bis beyde einerley Geſchwindigkeit erhalten haben, und mit welcher ſie ſich in der Richtung des Stoßenden fortbewegen würden, wenn ſie unelaſtiſch wären. In dem Augenblicke aber, da beyde Maſſen gleiche Geſchwindigkeit erlanget haben, iſt auch der Eindruck der Maſſen am größten geworden, und die zuſammengedruckten

Theile ſtreben ſich wieder in den vorigen Zuſtand zu verſetzen. Demnach verurſachet die Elaſticität eine neue Wirkung beyder Maſſen gegen einander. Es ziehen ſich nämlich die geſpannten Theile mit eben der Kraft in die vorige Lage zurück, und die Wiederherſtellung der elaſtiſchen Theile bringt die nämliche Wirkung hervor, welche die Spannung der Theile verurſachte. Es verlieret alſo die Maſſe a von der Zeit der größten Spannung bis zur Zeit der Wiederherſtellung gerade ſo viel von ihrer Bewegung, als ſie ſchon vorher verloren hatte, und die Maſſe c gewinnt in eben der Zeit ſo viele Bewegung, als ſie ſchon vorher gewonnen hatte. Wenn alſo die beyden Maſſen M und m vor dem Stoße mit den Geſchwindigkeiten C und c nach einerley Richtung fortgehen, ſo würde die Maſſe M, wenn ſie unelaſtiſch wäre, die Geſchwindigkeit $m \cdot \frac{C - c}{M + m}$ verlieren (n. 3.); wegen der Elaſticität aber verliert ſie noch ein Mahl ſo viel, mithin verliert ſie überhaupt

$$\frac{2m\,(C - c)}{M + m},$$

und behält nach dem Stoße die Geſchwindigkeit

$$C - \frac{2m\,(C - c)}{M + m} = \frac{(M - m)\,C + 2\,m\,c}{M + m} = \frac{2\,(M\,C + m\,c)}{M + m} - C$$

$$= 2\,x - C = V.$$

Eben ſo gewinnt die Maſſe m nach dem Stoße die Geſchwindigkeit $\frac{M\,(C - c)}{M + m}$, wegen der Elaſticität aber gewinnt ſie noch ein Mahl ſo viel, alſo iſt der ganze Gewinn nach dem Stoße $\frac{2M\,(C - c)}{M + m}$, alſo bleibt ihre Geſchwindigkeit

c +

$$c + \frac{2M(C-c)}{M+m} = \frac{(m-M)c + 2MC}{M+m} =$$

$$\frac{2(MC + mc}{M+m} - c$$

$$= 2x - c = v.$$

1) Es iſt daher die Größe der Bewegung nach dem Stoße
für $M = M(2x - C) = MV$
für $m = m(2x c) = mv$.

2) Dieſe in der größten Allgemeinheit abgefaßten Ausdrücke faſſen folgende Fälle:

a) Wenn beyde Maſſen M und m nach einerley Richtung ſich bewegen, ſo daß m die vorangehende, und M die nachfolgende iſt, ſo muß c kleiner als C ſeyn, wenn ein Stoß erfolgen ſoll In Rückſicht der Größe der Maſſen kann es hier drey Fälle geben: die Maſſe M iſt nämlich entweder = m, oder größer oder kleiner als m.

Für den erſten Fall, wo M = m, wird V $\frac{2Mc}{2M} = c$ und $v = \frac{2MC}{2M} = C$, d. h. beyde Maſſen bleiben in der vorigen Richtung, ſie verwechſeln aber ihre vorige Geſchwindigkeiten.

Für den zweyten Fall, wo die nachfolgende Maſſe M die größte iſt, bleiben die beyden Geſchwindigkeiten V und v poſitiv, aber v offenbar größer als V, weil $2x - C$ kleiner als $2x - c$ iſt. Es gehen alſo beyde Maſſen nach einerley Richtung, aber die kleinere geht nun ſchneller voraus.

Für den dritten Fall, wo die Maſſe M kleiner als m iſt, bleibt v poſitiv, und die größere vorangehende Maſſe behält ihre Richtung. Was aber V betrifft, ſo iſt dieß nur alsdann poſitiv, wenn $2mc > (M - m)C$. Wäre $2x = C$, mithin $V = 0$, ſo bliebe die nachfolgende Maſſe nach dem Stoße in Ruhe, und die vorangehende erhielt die Geſchwindigkeit $C - c$. Wäre endlich $2x < c$,

 ſo

ſo wird nun V negativ, und die nachfolgende kleinere Maſſe ſpringt nach dem Stoße zurück, jedoch mit der Geſchwindigkeit C — 2 x, alſo alle Mahl langſamer, als ſie vor dem Stoße ging.

b) Wenn ſich die beyden Maſſen einander begegnen, ſo iſt alsdann c als negativ anzuſehen. Nimmt man nunmehr an, daß M jederzeit die größte Bewegung habe, ſo bleibt auch immer M C > m c, und daher x beſtändig poſitiv, folglich wird auch v oder 2 x — c immer poſitiv, weil c ſelbſt negativ iſt. Es muß alſo diejenige Maſſe, welche die geringere Bewegung beſitzet, nach dem Stoße die poſitive Geſchwindigkeit = 2 x + c erhalten, da ſie vor dem Stoße negativ war, d. h. die geringer bewegte Maſſe muß jederzeit nach dem Stoße zurückſpringen, und zwar mit größerer Geſchwindigkeit, als ſie anſtieß.

Die Maſſe M, welche die größere Bewegung hat, kann entweder = m, oder kleiner oder größer als m ſeyn. Im erſten Falle wäre $V = -\frac{2\,m\,c}{2\,m} = -c$ und $v = \frac{2\,M\,c}{2\,M} = C$, d. h. beyde Maſſen ſpringen nach dem Stoße mit verwechſelter Geſchwindigkeit zurück.

Im andern Falle, wo M < m, muß nothwendig C ſehr groß ſeyn, weil es mit der kleinern Maſſe M dennoch die größere Geſchwindigkeit hervorbringen ſoll. Hier iſt C allezeit größer als 2 x und auch größer als c; daher wird 2 x — C oder V negativ, und ſein arithmetiſcher Werth C — 2 x kleiner als C, d. h. die ſtärker bewegte kleinere Maſſe ſpringt ebenfalls zurück, aber mit geringerer Geſchwindigkeit, als ſie anſtieß.

Im dritten Falle endlich, wenn M > m, ſo kann die Maſſe M nur alsdann zurückſpringen, wenn 2 x < C iſt. Wäre 2 x gerade ſo groß, als C, ſo bleibt M nach dem Stoße in Ruhe, und m ſpringt nach dem Stoße mit C + c zurück.

zurück. Wenn endlich $2x > C$, ſo behält M die Richtung, die es vor dem Stoße hatte.

Für ſolche, welche ſich in der gehörigen Subſtitution der algebraiſchen Zeichen leicht irre machen laſſen, iſt es für den Fall, wo beyde Maſſen einander entgegen laufen, beſſer, in der anführten Grundformel ſtatt c gleich ihren wahren Werth $- c$ zu ſetzen, da man alsdann erhält

$$V = \frac{(M - m) C - 2mc}{M + m} = 2x - C, \text{ und}$$

$$v = \frac{(M - m) c + 2MC}{M + m} = 2x + c,$$

in welchen Formeln jederzeit die arithmetiſchen poſitiven Werthe von C und c zu ſetzen ſind.

3) Wenn die beyden Maſſen, die gegen einander laufen, vor dem Stoße eine gleiche Bewegung beſaßen, oder es war $MC = - mc$, ſo wird $x = o$, und daher $V = - C$, und $v = + c$, d. h. eine jede Maſſe ſpringt mit ihrer vorigen Geſchwindigkeit zurück.

4) Iſt die Maſſe m vor dem Stoße in Ruhe, mithin $c = o$ geweſen, ſo wird V nach dem Stoße $= \frac{(M - m) C}{M + m}$, und $v = \frac{2MC}{M + m}$. Iſt nun $M = m$, ſo wird $V = o$, und $v = C$, oder die ſtoßende Maſſe kommt zur Ruhe, und die geſtoßene geht mit der Geſchwindigkeit der ſtoßenden fort. Iſt aber $M > m$, ſo bleibet V poſitiv, und die Bewegung von M geht in der nämlichen Richtung fort, als ſie anſtieß; iſt endlich $M < m$, ſo wird V negativ, und die Maſſe M ſpringt zurück.

5) In der oben angeführten allgemeinen Formel hatte man

$V = 2 x C$ und

$v = 2 x c$, mithin

$v - V = Cc$, oder die Differenz der Geſchwindigkeiten iſt vor und nach dem Stoße gleich. Dieſer Satz gilt aber nur, wenn eine Geſchwindigkeit nach entgegengeſetzter

Richtung

Richtung als eine vermindernde algebraiſch betrachtet wird. Nimmt man aber überhaupt alle Geſchwindigkeit als gleichartig an, ſo gilt der Satz arithmetiſch nur, wenn beyde Maſſen vor und nach dem Stoße nach einerley Richtung ſich fortbewegen.

Gehen beyde Maſſen vor und nach dem Soße nach verſchiedenen Richtungen, ſo iſt alsdann v dem V und c dem C entgegengeſetzet, und man hat $v + V = C + c$, oder die Summe der Geſchwindigkeit iſt vor und nach dem Stoße einander gleich.

Gehen aber die Maſſen vor dem Stoße nach verſchiedenen, nach dem Stoße aber nach einerley Richtung, ſo iſt alsdann nur c dem C entgegengeſetzet, und es wird $v - V = C + c$, oder die Differenz der Geſchwindigkeiten nach dem Stoße iſt gleich der Summe der Geſchwindigkeiten vor dem Stoße.

Gehen endlich die Maſſen vor dem Stoße nach einerley, nach demſelben aber nach verſchiedenen Richtungen, ſo iſt nur v dem V entgegengeſetzet, und man hat $V + v = C - c$, oder die Summe der Bewegungen nach dem Stoße iſt der Differenz der Bewegungen vor dem Stoße gleich.

6) Wenn die beyden Maſſen einander entgegen laufen, ſo nähern oder entfernen ſie ſich von einander mit der Summe ihrer Geſchwindigkeiten; gehen ſie aber nach einerley Richtung, ſo nähern oder entfernen ſie ſich von einander mit der Differenz derſelben. Vergleichet man dieß mit den n. 5. angeführten Fällen, ſo wird man überall finden, daß ſich die Maſſen nach dem Stoße mit eben der Geſchwindigkeit von einander entfernen müſſen, mit welcher ſie ſich vor dem Stoße einander näherten. Folglich bleibt die relative Geſchwindigkeit vor dem Stoße noch eben ſo groß als nach demſelben. So haben z. B. die Maſſen eine Sekunde vor und eine Sekunde nach dem Stoße einerley Entfernung von einander.

7) Die Maſſe M hatte vor dem Stoße die Geſchwindigkeit C, nach dem Stoße aber $2x - C$, folglich erlitt

die

die erſtere die Veränderung $C - (2x - C) = 2C - 2x$; die Maſſe m aber beſaß vor dem Stoße die Geſchwindigkeit c, nach dem Stoße $2x - c$, mithin erhielt die Geſchwindigkeit c die Veränderung $2x - c - c = 2x - 2c$.

8) Nach n. 1. war $MV = 2Mx - MC$ und
$$mv = 2mx - mc, \text{ mithin}$$
$$MV + mv = 2(M + m)x - MC - mc$$
Es iſt aber $MV + mv = MC + mc$, folglich wird
$$MV + mv = 2MC + 2mc - MC - mc = MC + mc, \text{ d. h.}$$
die algebraiſche Summe der Bewegungen bleibt vor und nach dem Stoße gleich, wenn nämlich die Bewegung nach entgegengeſetzter Richtung als eine vermindernde betrachtet wird. Nimmt man aber jede Bewegung arithmetiſch als gleichartig an, ſo iſt dieſer Satz nur alsdann wahr, wenn beyde Maſſen vor und nach dem Stoße nach einerley Richtung ſich bewegen; gehen aber beyde Maſſen vor und nach dem Stoße nach verſchiedenen Richtungen, ſo iſt die Differenz der Bewegungen vor und nach dem Stoße einander gleich; gehen ſie endlich vor dem Stoße nach verſchiedenen, nach denſelben aber nach einerley Richtung, ſo iſt alsdann die Differenz der Bewegungen vor dem Stoße der Summe der Bewegungen nach dem Stoße gleich. Mit einem Worte, es erfolget hier alles gerade ſo, wie bey n. 5.

Es iſt alſo ein offenbar falſcher Grundſatz, den Carteſius *) behauptet, daß in der Welt beſtändig einerley Größe der Bewegung erhalten werde. Denn im algebraiſchen Sinne hat Carteſius ihn gewiß nicht genommen, wo die Bewegung nach entgegengeſetzter Richtung als verneinend betrachtet wird, und überhaupt wäre es auch ſehr unſchicklich geweſen, ihn in der Natur ſo zu nehmen.

9) Die allgemeinen Werthe von n. 1. geben noch

MV²

*) Princip. philoſoph. Part. II. prop. XXXVI.

$$MV^2 = MC^2 - 4MCx + 4Mx^2$$

$$mv^2 = mc^2 - 4mcx + 4mx^2$$, folglich

$$MV^2 + mv^2 = MC^2 + mc^2 - 4(MC + mc) x + 4(M + m)x^2$$

aber $(M + m) x = MC + mc$, mithin

$4(M + m) x^2 = 4(MC + mc) x$, und daraus findet man

$$MV^2 + mv^2 = MC^2 + mc^2,$$ d. h.

die Summen der beyden Produkte aus den Maſſen in die Quadrate der Geſchwindigkeiten ſind vor und nach dem Stoße gleich groß. Bey dieſem Satze hat man in allen beſondern Fällen gar keine Rückſicht auf die Zeichen + oder — zu nehmen; indem Quadrate der Geſchwindigkeiten und Maſſen beſtändig poſitiv ſind, die Bewegungen mögen nach Richtungen erfolgen, nach welchen ſie wollen. Demnach iſt dieſer Satz ganz allgemein wahr, und die Zweydeutigkeit, welche ſonſt wohl bey algebraiſchen Summen Statt finden kann, fällt hier gänzlich weg.

Dieſen wirklich merkwürdigen Satz ſuchte **Johann Bernoulli** unter dem Nahmen des **Grundſatzes der Erhaltung lebendiger Kräfte** noch allgemeiner zu machen. Er dachte ſich nämlich in jedem bewegten Körper eine Thätigkeit zur Wirkung, die dem Produkte der Maſſe in das Quadrat ihrer Geſchwindigkeit proportional iſt, und die er **lebendige Kraft** nannte. Die Summe dieſer lebendigen Kraſt blieb nun beym Stoße elaſtiſcher Körper ungeändert, ſo wie dieß auch in vielen andern Fällen Statt findet; und dieß gab **Bernoulli'n** die Veranlaſſung, dieſen Satz als ein allgemeines Naturgeſetz anzunehmen: **in der Körperwelt werde beſtändig eine gleiche Summe lebendiger Kräfte erhalten**, oder es gehe keine lebendige Kraft verloren. Was aber hiervon zu urtheilen ſey, iſt bereits unter dem Artikel, **Kraft, lebendige**, angeführet worden.

10) Bewegen ſich die Maſſen M und m mit den Geſchwindigkeiten C und c, ſo geht ihr gemeinſchaftlicher

Schwer-

Schwerpunkt mit der Geſchwindigkeit $x = \frac{MC + mc}{M + m}$ fort. Nach dem Stoße wird vermöge n. 8. $MV + mv = Mc + mc$, und dieſe Ausdrücke durch $M + m$ dividiret, geben die Geſchwindigkeit des Schwerpunktes nach dem Stoße ebenfalls $= x$, gerade ſo groß und in eben der Richtung, wie ſie vor dem Stoße war. Es wird alſo der Zuſtand des gemeinſchaftlichen Schwerpunktes vor und nach dem Stoße nicht geändert, und wenn man ſich die Summe der Maſſen $M + m$ in ihm vereinigt vorſtellet, ſo iſt die Größe der Bewegung des gemeinſchaftlichen Schwerpunktes vor und nach dem Stoße gleich, nämlich $(M + m)\,x$. Auf dieſe Art haben die Anhänger des Carteſius ſeinen n. 8. angezeigten Grundſatz zu vertheidigen geſuchet. Johann Bernoulli [α]) nennt den Ausdruck $(M + m)\,x$ Größe der Richtung (quantité de direction). Er gibt eigentlich die algebraiſche Summe der Bewegungen an, und iſt daher mit Carteſens Behauptung, bey welcher nur von arithmetiſcher Summe die Rede iſt, nicht einerley.

Die drey merkwürdigen Sätze n. 6. 9. 10, die als beſondere Erhaltungen anzuſehen ſind, veranlaßten Bernoulli zu ſagen [β]), es ſcheine ſich die Natur bey den Geſetzen der Bewegung der Geometrie bedienet zu haben. Aus einem jeden Paare dieſer Sätze folgt jederzeit das dritte.

11) Liegen mehrere Maſſen M, m, μ u. ſ. f. hinter einander, und es kommt M mit der Geſchwindigkeit C gegen die ruhende Maſſe m an, ſo geht dieſe vermöge n. 4. mit der Geſchwindigkeit $\frac{2MC}{M + m} = v$ fort, mit dieſer ſtößt ſie an die ruhende dritte μ, die alſo nur mit der Geſchwindigkeit $\frac{2mv}{m + \mu}$ fortgeht u. ſ. w. Dieſe Geſchwindigkeit iſt eine ganz andere, als die Maſſe μ würde erhalten haben, wenn

α) Diſcours ſur le mouvement. chap. IV. §. 8. in opp. Tom. III. p. 32.
β) Diſc. ſur le mouvem. chap. X.

wenn ſie gleich von M ohne dazwiſchen liegender m würde geſtoßen ſeyn. Denn durch die Dazwiſchenkunft mehrerer Maſſen wird die Geſchwindigkeit vergrößert, wenn die nachfolgenden Maſſen kleiner; vermindert, wenn ſie größer werden. Durch Hülfe der Differenzialrechnung findet man, daß die Vermehrung der Geſchwindigkeit ein Größtes werde, wenn die Maſſen der Körper in geometriſcher Progreſſion abnehmen.

Ließe man die Maſſen in dieſer Progreſſion 1 $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{32}$ u. ſ. abnehmen, und die erſte mit der Geſchwindigkeit 1 an die zweyte, dieſe an die dritte u. ſ. w ſtoßen, ſo würde die zweyte $\frac{4}{3}$, die dritte $\frac{16}{9} = (\frac{4}{3})^2$, die vierte $\frac{64}{27} = (\frac{4}{3})^3$ u. ſ. f. die hundertſte $(\frac{4}{3})^{99}$ Geſchwindigkeit erhalten. Dieſen merkwürdigen Fall führt ſchon Huygens in ſeiner Schrift: de motu corporum ex percuſſione, zum Beſchluß derſelben an. Er fand aber durch einen Rechnungsfehler, daß die letzte Maſſe mit einer Geſchwindigkeit fortgehen würde, die 1476000000 mahl größer, als die Geſchwindigkeit der erſten Maſſe ſey. Mit Hülfe der Logarithmen findet Johann Bernoulli dieſe Geſchwindigkeit über 2338500000000 mahl größer, als die der erſten Maſſe.

12) Sind die Maſſen, welche hinter einander liegen, gleich groß, und man läßt die erſte mit einer gewiſſen Geſchwindigkeit an die zweyte ſtoßen, ſo ſpringt die letzte mit der nämlichen Geſchwindigkeit ab, und alle mittlere bleiben in Ruhe. Läßt man ferner die beyden erſtern Maſſen an die dritte ſtoßen, ſo ſpringen alsdann die beyden letzten ab, und die mittlern bleiben ruhig; läßt man weiter die drey erſten Maſſen gegen die vierte ſtoßen, ſo ſpringen nun die drey letzten ab, und die übrigen bleiben in Ruhe u. ſ. w.

13) Wenn die Maſſen vollkommen unelaſtiſch ſind, ſo iſt die Aenderung ihrer Geſchwindigkeiten C — x und x — c; ſind ſie aber vollkommen elaſtiſch, ſo iſt dieſe Aenderung 2(C — x) und 2(x — c). Allein in der Natur gibt es weder vollkommen unelaſtiſche, noch vollkommen elaſtiſche Maſſen.

Maſſen. Man kann daher für wirkliche Maſſen in der Natur allgemein ſetzen

$\alpha\,(C - x)$ und $\alpha\,(x - c)$,

wo α für vollkommen unelaſtiſche Maſſen $= 1$, für vollkommen elaſtiſche $= 2$ zu nehmen iſt, und für natürliche Körper würde α zwiſchen 1 und 2 fallen. Wenn z. B. die von der Elaſticität der Körper herrührende Aenderung nur halb ſo groß wäre, als ſie bey vollkommen elaſtiſchen Körpern ſeyn müßte, ſo würde nun $\alpha = \frac{3}{2}$ ſeyn. Gewöhnlich werden die Bleykugeln für unelaſtiſche, die elſenbeinernen für elaſtiſche Körper angenommen; aber keines von beyden iſt in aller Strenge wahr, mithin bleibt die erſtere α nur nahe 1, für dieſe nahe 2. Uebrigens ſcheint es ſelbſt noch viel auf die Theile der elaſtiſchen Körper anzukommen; ſind dieſe, ſo klein ſie auch angenommen werden, noch elaſtiſch, ſo werden auch die ganzen Körper mehr oder weniger Elaſticität zeigen, mit je größerer oder geringerer Geſchwindigkeit ſie anſtoßen; in dieſem Falle hängt nun α von $C - c$ ab. In der Anwendung hat aber dieſe Lehre noch ſeine großen Schwierigkeiten *).

Aus dieſen angeführten Geſetzen könnten noch eine Menge wichtiger Folgen abgeleitet werden, die aber hier in zu große Weitläuftigkeiten führen würden. Ich bin daher genöthiget, auf diejenigen Schriften zu verweiſen, die weitläuftiger davon gehandelt haben.

Zur Beſtätigung dieſer Geſetze durch Verſuche dient Mariotte's durch Nollet verbeſſerte Maſchine. M. ſ. Percuſſionsmaſchine.

Geſchichte dieſer Geſetze.

Ariſtoteles, welcher Druck und Stoß ſehr wohl von einander unterſchied, hatte die Frage berührt, woher es komme,

*) Lambert Anmerk. über die Gewalt des Schiespulvers. Berl. 1766. §. 24-27. Hennert in den Haarlemer Verhandelingen 1775. überſ. von Käſtner. Alt. 1785. 8. B. 1. St. 1.

komme, daß ein ſehr großer Druck auf den Rücken eines Beils ſo wenig wirken könne, da doch oft durch einen geringen Hieb damit ſo viel auszurichten ſey? Galilei, welcher dieß ebenfalls in ſeiner Mechanik anführet, ſchließt daraus, daß die Kraft des Stoßes unendlich in Vergleichung mit der Kraft des Drucks ſey. Für dieſen beſondern Fall des Stoßes ſtellte der P. Merſenne α) einige Unterſuchungen an, die er äußerſt ſchwer nennt. Er glaubte durch Verſuche gefunden zu haben, daß die Kraft des Stoßes dem Produkte der Maſſe in ihrer Geſchwindigkeit gleich ſey, welches er hernach mit Carteſius als das Kräftenmaß annahm. Außer dieſem beſondern Falle des Stoßes, der ſich bloß auf die Schätzung der Kraft deſſelben gründet, hatte bis auf Carteſius kein einziger an allgemeine Geſetze des Stoßes der Körper gedacht. Erſt Carteſius ſcheint bemerkt zu haben β), daß es dergleichen geben müſſe, und bemühete ſich, ſelbige feſt zu ſetzen. Allein er war hierin nicht glücklich. Seine Vorliebe gegen gewiſſe metaphyſiſche Begriffe verleitete ihn zu lauter irrigen Folgen. Er bauete die Geſetze des Stoßes auf folgende beyde Grundſätze: 1. **daß in der Welt beſtändig einerley Größe der Bewegung erhalten werde**, und 2. **daß ein jeder Körper an ſich eine Kraft beſitze, in ſeinem vorigen Zuſtande zu beharren**, mithin zu ruhen, wenn er ruhet, und in Bewegung zu bleiben, wenn er beweget iſt. Den erſten Satz leitet Carteſius davon her, weil die Gottheit ſelbſt, als ein unveränderliches Weſen, zu keiner Zeit mehr oder weniger Bewegung, als zur andern hervorbringen könne, und die ein Mahl hervorgebrachte Bewegung, ſo wie die ein Mahl erſchaffene Materie erhalten müſſe. Es iſt aber ſchon oben gezeiget worden, daß dieſer Satz beym Stoße nur in einem gewiſſen Sinne wahr ſey, nämlich alsdann, wenn man Größe der Bewegung nach einerley Richtung verſteht, nicht aber wenn von der Größe der Bewegung nach entgegengeſetzten

ſetzten

α) Tract. mechan. theoret. et practic. Pariſ. 1644. 4. prop. XXV. XXVI.
β) Princip. philoſoph. Pars II. prop. 46 ſq.

ſetzten Richtungen die Rede iſt. Was den zweyten Satz betrifft, ſo liegt darin ein doppelter Fehler. Er behauptet nämlich da Kraft, wo bloß Trägheit iſt. Carteſius glaubte zwar mit Recht, wie aus verſchiedenen Stellen ſeiner Briefe erhellet, daß der Körper bloß wegen ſeiner Trägheit einem ankommenden Körper nicht widerſtehen könne, allein er nahm unrichtig die Kraft, die hierzu erfordert wird, zugleich als diejenige an, welche den Körper in Ruhe, wenn er ruhet, und in Bewegung erhält, wenn er beweget iſt. Denn hierzu iſt ſchon das bloße Unvermögen des Körpers ſich ſelbſt zu beſtimmen, d. i. Trägheit hinreichend. M. ſ. **Trägheit.** Zweytens wendet auch Carteſius dieſen Satz unrichtig ſo an, daß nach ihm Bewegungen nach entgegengeſetzten Richtungen nicht entgegengeſetzte Zuſtände ſind, ſondern zu einerley Zuſtand gehören. Daher legt er dem bewegten Köper an ſich eine Kraft bey, ſeine Bewegung rückwärts fort zu ſetzen, wenn er vorwärts zu gehen durch irgend Etwas aufgehalten würde. Allein dieß iſt offenbar dem richtigen Begriffe entgegen, daß nur alsdann Bewegung nach entgegengeſetzter Richtung erfolgen könne, wenn die erſtere Bewegung vernichtet, und nun erſt durch Ruhe in dieſe Bewegung übergegangen iſt. Die bloße Unmöglichkeit, die vorige Bewegung fort zu ſetzen, kann gar keinen Grund von der Verwandlung einer Bewegung in die entgegengeſetzte enthalten. Aus dieſen ſeinen beyden Grundſätzen leitet nun Carteſius folgende Geſetze ab.

1. Wenn ſich zwey gleiche Körper mit gleichen Geſchwindigkeiten nach gerade entgegengeſetzten Richtungen bewegen, ſo gehen ſie mit eben der Geſchwindigkeit wieder zurück.

2. Iſt der eine Körper nur etwas weniger größer als der andere, und beyde kommen mit gleichen Geſchwindigkeiten gegen einander, ſo geht nur der kleinere zurück, und beyde bewegen ſich mit gleicher Geſchwindigkeit fort.

3. Wenn zwey gleiche Körper mit ungleichen Geſchwindigkeiten ſich begegnen, ſo geht nur der langſamere zurück,

und beyde bewegen ſich nur mit der halben Summe ihrer vorigen Geſchwindigkeiten fort.

4. Wenn ein kleinerer Körper gegen einen größern ruhenden ſich beweget, ſo wird nur der kleinere mit ſeiner ganzen Geſchwindigkeit zurückgetrieben, und der größere verbleibet im Zuſtande der Ruhe.

5. Wenn ein größerer Körper M gegen einen kleinern ruhenden m ſtößt, ſo wird auch dem ruhenden Körper eine Bewegung mitgetheilet, und beyde gehen zuſammen mit einer Geſchwindigkeit fort, welche im Verhältniſſe M + m : m vermindert iſt.

6. Wenn der eine von zweyen gleichen Körpern gegen den andern ruhenden ſich beweget, ſo geht der erſtere mit verminderter Geſchwindigkeit zurück, und der andere wird fortgetrieben. Käme z. B. der bewegte Körper mit 4 Grad Geſchwindigkeit an, ſo theilet er dem ruhenden einen Grad mit, und mit 3 Graden geht er wieder zurück.

7. Wenn ſich zwey Körper M und m nach einerley Richtung bewegen, der vorangehende m aber langſamer und der nachfolgende M geſchwinder, und m wäre größer als M, jedoch die Größe der Bewegung in M größer als die in m, ſo theilet nun M dem Körper m eine Bewegung mit, ſo daß ſie beyde nachher mit gleicher Geſchwindigkeit nach einerley Richtung fortgehen. Wäre hingegen die Größe der Bewegung in m größer als in M, ſo ſpringt nun der Körper M zurück und behält ſeine vorige Bewegung.

Weil Carteſius harte Körper von elaſtiſchen nirgends unterſcheidet, und überdem durch harte Körper alle feſte Körper im Gegenſatze mit den flüſſigen verſteht, ſo ſcheinet es, als ob dieſe Geſetze für alle feſte Körper überhaupt gelten ſollten. Allein es iſt kein einziges von dieſen Geſetzen ganz richtig. Auch iſt Carteſius unter andern beſonders von Dechales *) ſehr gut widerleget worden. Die erſte Regel gilt nur für höchſt elaſtiſche Körper, für andere aber nicht; die zweyte und dritte Regel finden für gar keine Körper

*) *Renati Deſcartes* epiſtolae. P. I. Amſt. 1668. 4. epiſt. CXVII.

zer Statt; die vierte kann ſpielend widerleget werden; die fünfte findet ihre Anwendung nur bey unelaſtiſchen Körpern; die ſechste und ſiebente endlich ſind ganz falſch. Montucla, welcher ſonſt den Carteſius mit vielen Lobeserhebungen herausſtreicht, bewundert doch die Gelehrigkeit ſeiner Schüler, welche ſolche Sätze hätten glauben können. Auch hatte ihm ſein Schüler Clerſelier, der nachmahlige Herausgeber von ſeinen Briefen, Einwendungen gemacht, die er aber ſehr unverſtändlich beantwortet hat. Auch war dem Carteſius nicht unbekannt, daß ein größerer ruhender Körper durch den Stoß von einem kleinern gegen ihn bewegten wirklich in Bewegung verſetzet werde. Allein in ſeinen Principien (Part. II. prop. 56. 57.) ſucht er ſolche Bewegungen aus dem geſtörten Gleichgewichte in den umgebenden flüſſigen Mitteln zu erklären, und meinet, daß alle Verſuche, die ihm entgegen wären, nichts gegen ihn bewieſen, indem man überhaupt in Anſehung der Bewegung der Körper nichts Beſtimmtes feſtſetzen könne, weil es keine vollkommen feſten Körper gebe, und die umgebenden Mittel überall mitwirkten.

Carteſius, welcher ſonſt ein großer Mathematiker war, würde ohne Zweifel das Irrige ſeiner vorgetragenen Geſetze eingeſehen haben, wenn ihn nicht ſeine Wirbel auf einen Standpunkt hingeriſſen hätten, aus welchem er wenig Wahrheiten erblicken konnte. Uebrigens erhellet aus einigen Stellen ſeiner Briefe, daß er das vierte Geſetz ſelbſt nicht alle Mahl geglaubet habe. So führet er in einem Briefe an den P. Merſenne (Tom. II. epiſt. XCIV.) gerade das Gegentheil an, indem er meinet, daß eine jede noch ſo große ruhende Maſſe durch den Stoß einer ſehr kleinen zum wenigſten erſchüttert werde: credo, ſagt er, totam terrae molem a deambulante homine aliquantiſper commoveri, quia nunc hanc, nunc illam partem grauat. In einem andern Briefe an eben denſelben (Tom. II. epiſt. XLIV.) dehnet er die Behauptung ſeines fünften Geſetzes, welches für unelaſtiſche Körper richtig iſt, ganz richtig auch auf das vierte Geſetz aus.

Der erſte Verſuch in der Lehre vom Stoße der Körper fiel alſo nicht glücklich aus. Eben ſo wenig richtiges, als **Carteſius**, haben nach ihm **Honoratus Fabri**, **Joachim Jung** u. a. von dieſer Lehre vorgetragen. Etwas beſſeres lehrte **Alphonſius Borellus** a)), wiewohl ſeine Betrachtungen nur auf beſondere Fälle ohne allgemeinen Zuſammenhang gerichtet, und auf eine unbequeme Art, die Bewegung zu betrachten, verdunkelt ſind.

Im Jahre 1668 machte endlich die königliche Societät zu London den Wunſch bekannt, daß unter ihren Mitgliedern die Mathematiker allgemeine Unterſuchungen über dieſe Lehre anſtellen, und ihre Arbeiten einreichen möchten. Durch dieſe Veranlaſſung kamen auf ein Mahl drey der damahligen berühmteſten Mathematiker, **Wallis**, **Wrenn** und **Huygens** mit den wahren Geſetzen des Stoßes an das Licht b)). **Wallis** reichte ſeine gefundenen Reſultate der Geſellſchaft am 26ten Nov., **Wrenn** am 17ten Dec. 1668. und **Huygens** am 4ten Januar 1669. ein. Es ſoll jedoch **Huygens** ſchon im Jahre 1663. bey ſeinem zweyten Aufenthalte in London im Beſitze dieſer Geſetze geweſen ſeyn, er habe aber damahls den Mitgliedern dieſer gelehrten Geſellſchaft nichts von dieſer Entdeckung offenbaret.

Wallis hatte ſich in ſeinem Aufſatze bloß auf unelaſtiſche Körper eingelaſſen. Er legt hierbey den Grundſatz zum Grunde, daß die bewegende Kraft einem Körper deſto weniger Geſchwindigkeit gibt, je größer die zu bewegende Maſſe iſt, und ſchließt direkt, daß die bewegenden Kräfte MC und mc, welche beym Einhohlen zuſammen MC + mc, und beym Begegnen MC — mc ausmachen, in beyden Fällen ſich durch die Summe der Maſſen M + m vertheilen, und beyden eine gemeinſchaftliche Geſchwindigkeit geben, welche dem Quotienten von MC ± mc durch M + m gleich iſt. Die Maſſen nennt er P und mP, und die Geſchwindigkeiten C

a) De vi percuſſionis. Bonon. 1666. 4.

b) Philoſoph. Transact. Num. 43. p. 864. 867. Num. 46. p. 927. überſ. in Abhandl. zur Naturg. Phyſik u. Oekon.; aus d. phil. Transact. B. I. Th. I. Leipz. 1779. S. 147 u. f.

C und n C, und findet daher die gemeinſchaftliche Geſchwindigkeit

$$x = \frac{PC \mp mnPC}{P + mP} = \frac{1 \mp mn}{1 + m} \cdot C.$$

Bey den elaſtiſchen Körpern füget er noch die Bemerkung bey, daß ſtatt des gemeinſchaftlichen Fortgehens ein Abſpringen erfolgen könne, wenn die elaſtiſche Kraft ſtärker zurückſtoße, als der forttreibende Stoß ſey. Erſt in der Folge hat er aber die Geſetze des Stoßes elaſtiſcher Körper abgehandelt, und ſie zugleich mit den Geſetzen des Stoßes unelaſtiſcher Körper in ſeinen mathematiſchen Werken bekannt gemacht *).

Die Aufſätze, welche Wrenn und Huygens der Societät überreichet hatten, enthielten die Geſetze des Stoßes elaſtiſcher Körper, aber ohne Beweis. Ihre Darſtellung war zwar kurz, aber doch beſtimmt und allgemein ausgedruckt. Im Februar des Jahres 1669. ſandte Huygens noch einen andern Aufſatz nach, in welchem er folgende merkwürdige Sätze beym Stoße elaſtiſcher Körper zum erſten Mahle anzeigte: 1) daß die Summe der Produkte aus den Maſſen in die Quadrate der Geſchwindigkeiten vor und nach dem Stoße gleich groß bleibe, und 2) daß die Größe der Bewegung zwar vermehrt oder vermindert werden könne, aber doch immer nach einerley Seite zu unverändert bleibe, wenn man die nach der entgegengeſetzten Seite gerichtete davon ſubtrahire. Die elaſtiſchen Körper beleget er überhaupt mit dem Nahmen harter Körper, aber nur im Gegenſatz mit den unelaſtiſchen weichen, nicht ſo, wie Carteſius meinte, als ob ſchon in der abſoluten Härte ein hinreichender Grund des Zurückſpringens enthalten wäre.

Endlich aber hat Huygens dieſe ganze Lehre in einer eigenen Schriſt mit ſinnreichen Beweiſen ausgeführet, die erſt nach ſeinem Tode ans Licht kam β). Auf die Unterſuchung

*) De percuſſione. prop. XV.; in opp. Tom. I. Oxon. 1695. p. 912 ſq.

β) De motu corporum ex percuſſione; in opuſc. poſthum. Lugd. Bat. 1703. 4. p. 369 ſqq.

ſuchung der Urſache, welche wohl Statt finden könne, warum elaſtiſche Körper, die einander ſtoßen, wieder zurückſpringen, läßt er ſich nicht ein, ſondern berufet ſich vielmehr auf die Erfahrung, welche ihn lehret, daß gleiche elaſtiſche Körper, welche ſich mit gleichen Geſchwindigkeiten einander begegnen, mit eben den Geſchwindigkeiten wieder zurückſpringen. Stelle man ſich vor, ein Menſch befinde ſich auf einem Schiffe, und bringe zwey gleiche elaſtiſche Kugeln mit gleichen Geſchwindigkeiten an einander, ſo lehret die Erfahrung, daß auf dem bewegten Schiffe die beyden Kugeln in Rückſicht des Schiffes ebenfalls mit gleichen Geſchwindigkeiten zurückſpringen, wie auf dem ruhenden Schiffe, oder auch am Ufer. Aus dieſen Vorausſetzungen ſuchet nun Huygens alle mögliche Fälle des Stoßes elaſtiſcher Körper zu erweiſen. Es wird übrigens hinreichend ſeyn, nur einige Fälle anzuführen, um ſeine ſinnreiche Beweisart einzuſehen. Sein erſter Satz iſt dieſer: wenn die eine von zwey gleichen Maſſen in Ruhe iſt, und die andere mit einer gewiſſen Geſchwindigkeit gegen jene ſtößt, ſo wird die andere mit eben der Geſchwindigkeit wieder zurückſpringen, mit welcher ſie gegen die erſtere ankam. Es führe ein Menſch auf einem Schiffe an den Fäden (fig. 110.) cb vnd da die beyden Kugeln a und b mit gleicher Geſchwindigkeit an einander. Wenn das Schiff ruhet, ſo kommen ſie in der Mitte e zuſammen, und ſpringen eben ſo geſchwind wieder zurück. Wird nun indeſſen das Schiff mit eben der Geſchwindigkeit be, mit welcher die Hand die Kugel b gegen die Kugel a führet, von der Rechten gegen die Linke beweget, ſo erhellet, daß die abſolute Bewegung der Kugel b, ſo wie ſie vom Ufer aus geſehen würde, $= be + ea = ba$, und die der Kugel a $= be - ea = 0$ wäre, mithin würde die Kugel a dem Beobachter am Ufer als ruhend erſcheinen. Nach dem Stoße, wenn das Schiff immer fortgeht, gehen beyde Kugeln wieder gemeinſchaftlich durch den Raum $= ea$ in eben der Zeit weiter; der Beobachter am Ufer ſiehet alſo die Kugel a

durch

durch den Raum a e + a e = a b und die Kugel b durch den Raum b e — b e = o ſich bewegen, d. h. es würde dem Beobachter eben ſo vorgekommen ſeyn, als ob die Kugel b in Ruhe geweſen, und die Kugel a mit eben der Geſchwindigkeit a b, mit welcher ſie gegen b ſich bewegte, wieder zurückgeſprungen wäre. Sind nun die Geſchwindigkeiten der beyden gleichen Kugeln a und b, womit ſie gegen einander geführet werden, ungleich, die erſtere a komme nämlich mit der Geſchwindigkeit a f, und die andere b mit der Geſchwindigkeit b f an, ſo beweiſet nun Huygens auf eben dieſe Art, daß die Kugeln nach dem Stoße ihre Geſchwindigkeiten unter einander verwechſeln; die Kugel a werde nämlich mit der Geſchwindigkeit f b, und die Kugel b mit der Geſchwindigkeit f a zurückſpringen. Wenn nämlich ein Menſch auf dem Schiffe mit beyden Händen die Kugeln a und b mit der Geſchwindigkeit a f und b f gegen einander führet, und indeſſen das Schiff von der Linken gegen die Rechte mit der Geſchwindigkeit e f = a b — $\frac{1}{2}$ a b = a b — e b ſich fortbeweget, ſo wird die abſolute Bewegung, ſo wie ſolche der Beobachter am Ufer wahrnimmt, der Kugel a = a f — e f = a e, und die der Kugel b = f b — e f = e b = e a, d. h. dem Beobachter würde es eben ſo vorkommen, als wenn beyde Kugeln mit gleicher Geſchwindigkeit gegen einander geführet würden; daraus erhellet alſo, daß ſie in Rückſicht des Beobachters mit den nämlichen Geſchwindigkeiten wieder zurückſpringen müſſen; während dieſer Zeit des Zurückſpringens fahre aber das Schiff mit der Geſchwindigkeit e f weiter fort, folglich werden beyde Kugeln wieder gemeinſchaftlich durch den Raum e f in eben der Zeit weiter beweget; der Beobachter am Ufer ſieht alſo die Kugel a in dem Raume a e — e f = e b — e f = f b, und die Kugel b in dem Raume b e + e f = f a zurückſpringen. Auf eine gleiche Art werden nun alle Fälle des Stoßes gleicher Maſſen unterſuchet. Für ungleiche Maſſen beweiſet Huygens zuerſt aus dem Grundſatze der aufſteigenden Kräfte, daß die neuen Geſchwindig-

keiten gleich ſeyn müſſen, wenn ſich die vorigen verkehrt, wie die Maſſen verhalten. Hierauf läßt er wieder auf dem Schiffe die Kugeln ſich ſtoßen, und einem Beobachter am Ufer wahrnehmen, welche Geſchwindigkeiten alsdann die Kugeln vor und nach dem Stoße erlangen. Dieß mag hinreichend ſeyn, um ſich einen Begriff von der ſinnreichen Beweisart, welche **Huygens** hierbey gebrauchte, zu machen.

Alle dieſe Lehren wurden durch Erfahrung aufs vollkommenſte beſtätiget. Schon **Wrenn** hatte ſich vor der Bekanntmachung ſeiner Geſetze durch Verſuche mit Pendeln davon überzeuget; noch mehr aber wurden ſie durch **Mariotte** beſtätiget, welcher zu dieſer Zeit die Experimentalphyſik mit vielem Fleiße bearbeitete, und die Geſetze des Stoßes einer genauen Prüfung unterwarf. Er beſchreibet ſeine Verſuche darüber im erſten Theile ſeiner Abhandlung vom Stoße α). In der Folge ſind dieſe Verſuche mit Hülfe der Mariott'ſchen **Percuſſionsmaſchine** von den Experimentatoren vielfältig wiederholt worden, und werden auch noch jetzt bey den gewöhnlichen Lehrſtunden der Experimentalphyſik zum Beweiſe von der Richtigkeit der vorgetragenen Geſetze des Stoßes wiederholet. M. ſ. **Percuſſionsmaſchine**.

Die bisher angeführten Geſetze des Stoßes ſind größtentheils nach **Käſtner** vorgetragen worden. Sonſt laſſen ſie ſich auch mit Hülfe der Differenzialrechnung beweiſen, welche Methode beſonders **Euler** β) und **Karſten** γ) befolgte. Auch leitete der Herr v. **Maupertuis** δ) dieſe Geſetze aus ſeinem **Satze der kleinſten Wirkung** ab, wobey aber bey den unelaſtiſchen Körpern als ſchon erwieſen angenommen werden muß, daß ſie nach dem Stoße die gemein-

α) Traité de la percuſſion ou choc des corps. à Paris 1677. und in den oeuvres de *Mariotte*. à la Haye 1740. Tom. I.
β) Comment. Petrop. Tom. V. p. 159. mém. de l'Acad. de Pruſſe 174[illegible]. p. 50
γ) Lehrbegr. der geſammt. Mathem., Th. IV. Mechan. Abſ. XV. §. 230.
δ) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1743. u. mém. de Pruſſe 1746.

gemeinſchaftliche Geſchwindigkeit $= x$ erhalten; für elaſtiſche Körper hingegen muß die Gleichheit der relativen Geſchwindigkeit vor und nach dem Stoße erſt erwieſen werden.

Nunmehr wird es weiter keine Schwierigkeit haben, auch die Geſetze des eccentriſchen Stoßes zweyer Körper gegen einander aufzufinden, wofern nicht etwa die Körper noch vor dem Stoße außer der Bewegung, welche alle Theile eines jeden dieſer Körper mit ſeinem Schwerpunkte gemein haben, noch um ihren Schwerpunkt auf mancherley Art umlaufen, welches ſchon mehr verwickelte Unterſuchungen erfordert, als daß ſie hier beygebracht werden könnten. Es genüget, nur ein Paar Beyſpiele vom eccentriſchen Stoße anzuführen.

Die beyden unelaſtiſchen Körper (fig. 111.) a und c, welche nach den parallelen Richtungen be und df mit den Geſchwindigkeiten ba und dc ſich bewegen, ſtoßen ſchief an einander, ſo laſſen ſich die Richtungen und Geſchwindigkeiten beyder Körper nach dem Stoße auf folgende Art finden. Man ziehe aus dem Schwerpunkte a des einen nach dem Schwerpunkte c des andern die gerade Linie ac, und lege durch den Berührungsort beyder ſchief an einander ſtoßender Körper die Ebene gh, worauf ac ſenkrecht ſteht. Hierauf ziehe man aus b die Linie be auf die Ebene gh ſenkrecht, und co mit der Ebene gh parallel, und verzeichne das Rechteck apbo, ſo zerlegt ſich die Größe der Bewegung $a \times ab$ in zwey andere Seitenbewegungen, deren Größen durch $a \times ao$ und $a \times ap$ beſtimmt werden, und welche zuſammen eben das ausrichten würden, was $a \times ab$ allein ausrichten kann. Auf die nämliche Art zerleget ſich die Größe der Bewegung $c \times cd$ in beyde Seitenbewegungen $c \times ck$ und $c \times ci$.

Wären die Größen der Bewegungen $a \times ap$ und $c \times ci$ allein vorhanden, ſo entſtünde alsdann ein gerader Stoß nach der Richtung al, und es würde nach dem Stoße die gemeinſchaftliche Geſchwindigkeit

x =

$$x = \frac{a \times ap + c \times ci}{a + c} \text{ ſeyn.}$$

Alſo müßte a die Linie at und c die Linie cl durchlaufen, wenn

$$at = cl = \frac{a \times ap + c \times ci}{a + c} \text{ wäre,}$$

folglich würde die Größe der Bewegung des Körpers a nach dem Stoß $a \times at$ und die des Körpers $c = c \times cl$ ſeyn.

Allein die Größe der Seitenbewegung $a \times ao$ treibt den Körper a, den Weg $aq = ao$ zurück zu legen; folglich durchläuft er die Diagonale ar des Parallelogramms qrta. Eben ſo würde auch die Größe der Bewegung $c \times ck$ den Körper c zwingen, den Weg $cn = ck$ zu durchlaufen; mithin wird er auch ſeinen Weg durch die Diagonale cm nehmen.

Wenn alſo die Körper a und c die Geſchwindigkeiten ba und dc in Zahlen nebſt dem Winkel $bao = dck$ in Graden geben, ſo laſſen ſich alsdann in dem rechtwinklichen Dreyecke aob die Seitenlinien $ob = ap$, $ao = aq$, $dk = ci$, $ck = cn$, und hieraus $at = cl$ berechnen. Endlich findet man auch aus at und aq die Geſchwindigkeit ar, und den Winkel rat, und aus cn und cl die Geſchwindigkeit cm und den Winkel mcl.

Wäre der eine Körper vor dem Stoße in Ruhe geweſen, ſo wird $c \times cd = o$, alſo verſchwinden auch $c \times ck$ und $c \times cn$. Die Größe der Bewegung $a \times ap$ wirket nach der Richtung ac gerade, und es läßt ſich nun nach dem oben Angeführten der Weg beſtimmen, welchen beyde Körper durchlaufen müßten: bey a aber entſtehet aus den beyden Geſchwindigkeiten at und aq die mittlere ar, womit ſich a fortbewegen wird, wenn unterdeſſen c den Weg cl durchläuft.

Man ſetze ferner, es bewegten ſich zwey elaſtiſche Kugeln fig. 112.) M und m nach den Richtungen ax und lt, welche unter ſich parallel ſind; die Geſchwindigkeit der erſtern werde durch ac und die der andern durch lk ausgedruckt, ſo findet man die Geſchwindigkeit und Richtung beyder

der Kugeln nach dem Stoße folgendermaßen: Es ſey i die Stelle des Stoßes, durch dieſe und durch die Mittelpunkte der Schwere beyder Kugeln ziehe man die gerade Linie b ſ, ferner ziehe man durch i die Linie p o auf b ſ ſenkrecht, welche die Ebene vorſtellet, gegen welche der Stoß gerichtet iſt. Nun nehme man e d mit p o parallel, ziehe aus a die Linie a d mit b ſ und a b mit c d parallel, ſo zerleget ſich die Geſchwindigkeit a c in die beyden Geſchwindigkeiten a d und a b. Auf eben dieſe Weiſe ziehe man q n mit p o, und aus l die Linie l n mit ſ b und l h mit k n parallel, ſo ſtellen ebenfalls l n und l h die beyden Seitengeſchwindigkeiten der Maſſe m vor. Es iſt demnach die Größe der Bewegung a c . M zuſammengeſetzet aus beyden Größen c b . M und a b . M, und die Größe der Bewegung k l . m iſt zuſammengeſetzet aus den Größen h k . m und l h . m. Wären nun die beyden Bewegungen c b . M und h k . m allein vorhanden, ſo würden beyde Körper nach dem Stoße in der Richtung b ſ fortgehen, und zwar m nach k ſ und M nach c g, ſo daß

$$cg = cb - \frac{2m\,(cb - hk)}{M + m} \text{ und}$$

$$kſ = hk + \frac{2M\,(cb - hk)}{M + m}$$

gefunden werden. Da aber die Größe der Bewegung c d M = a b . M den Körper M durch c e, und die Größe der Bewegung n k . m = l h . m durch k q zu laufen zwingen würde, ſo wird der Körper M den Weg g e, oder die Diagonale des Parallelogramms c e f g, und der Körper m den Weg k r, d. i. die Diagonale des Parallelogramms k q r ſ durchlaufen.

Wenn alſo der Winkel a c d = l k n nebſt den Geſchwindigkeiten a c und d k bekannt ſind, ſo läßt ſich c d = c e, d a = c b, k n = k q, n l = k h, und aus e c und c g die Linie c f und der Winkel f c g, und aus q k und k ſ die Linie k q und der Winkel p k ſ finden.

Wäre

Wäre der eine Körper m vor dem Stoße in Ruhe geweſen, ſo wirket die Größe der Bewegung m . kh nach dem Stoße allein auf den ruhenden Körper, und er wird nach dem Stoße den Weg kſ durchlaufen, da indeſſen der Körper M die Diagonale cf des Parallelogramms cefg durchläuft.

Unterſuchungen über die Lehre vom eccentriſchen Stoße haben **Johann** und **Daniel Bernoulli**, beſonders aber **Euler** α) angeſtellet, wovon auch einiges beym **Karſten** β) vorkommt.

Von dem Stoße elaſtiſcher Körper an unbewegliche Hinderniſſe wird unter dem Artikel, **Zurückwerfung**, geredet werden.

Eine ſchöne Anwendung der Lehre des Stoßes elaſtiſcher Körper findet bey den Billiardkugeln Statt, von welcher, jedoch ohne Betrachtung des Umdrehens, **Muſſchenbroek** γ) handelt. In der Ausübung würde die Umdrehung nicht zu vernachläſſigen ſeyn.

Es iſt bereits oben angeführet worden, daß der P. **Merſenne** Verſuche über die Kraft des Stoßes angeſtellet, und ſie mit Gewichten verglichen hatte. Um aber in dieſer Sache genauere Unterſuchungen anzuſtellen, muß man vorzüglich auf die verſchiedenen Zuſtände der Körper Rückſicht nehmen. Bey dem Stoße elaſtiſcher Körper an einander wird der Druck während des ganzen Stoßes nicht einerley ſeyn, ſondern vom Augenblicke der erſten Berührung bis zum Moment der größten Zuſammenpreſſung wachſen, da dann im letzten Moment der Druck am größten iſt. Wollte man alſo in dieſem Falle eine Vergleichung über die Kraft des Stoßes mit Gewichten anſtellen, ſo könnte dieß auf keine andere Weiſe geſchehen, als wenn in jedem Augenblicke

α) De communicatione motus in colliſione corporum ſeſe non directe percutientium, in comment. Petrop. Tom. IX. und in der theoria motus corporum ſolidor. ſ. rigidorum. Roſtoch. et Gryphisw. 1765. 4.

β) Lehrbegriff der geſ. Mathem. Th. IV. Mechanik. Abſchn. XVIII.

γ) Introduct. ad philoſoph. natur. Tom. I. §. 814-817.

blicke während des Stoßes die Entfernung der Schwerpunkte, oder die Zeit gegeben iſt, welche vom erſten Anfange des Stoßes verfloſſen iſt; da alsdann die Gewichte wegen der verſchiedenen Drückungen ebenfalls verſchieden ausfallen müſſen. Bey weichen Körpern, wo der Zuſammenhang der Theile beym Stoße getrennt wird, wird die Kraft des Drucks eine beſtändige Größe. Dergleichen Körper drücken Gruben in einander, und Euler [α]) zeigt, wenn der Körper M in den andern m eine ſolche Grube von der Tiefe a eindruckt, daß die Kraft des Stoßes

$$= \frac{Mm}{4ga} \frac{(C-c)^2}{M+m)} \text{ ſey,}$$

oder wenn der eine Körper m unbeweglich iſt, in welchem Falle er als unendlich groß betrachtet werden kann, und c verſchwindet,

$$= \frac{MC^2}{4ga}.$$

Euler [β]) gibt hierzu Beyſpiele, wo eine Bleykugel mit der Geſchwindigkeit in 1 Sekunde abgeſchoſſen 5 Zoll tief in Ulmenholz eindrang. Hierbey war der Druck in jedem Augenblicke 107760 Mahl größer, als M, oder als das Gewicht der Kugel u. ſ. w. Auch findet man dieſe Lehren, ſo wie ſie Euler vorgetragen hat, beym Karſten [γ]).

Wenn es vollkommen harte Körper gäbe, ſo würden ſich ſolche Betrachtungen dabey nicht anſtellen laſſen. Bey dieſen Körpern würde im Augenblicke der Berührung eine Ruhe erfolgen, wenn ſie mit gleichen Geſchwindigkeiten gegen einander laufen. Es nimmt folglich die Kraft, welche im Augenblicke des Stoßes die Körper von einander treibt, einem jeden eine endliche Geſchwindigkeit in einem Augenblicke. Allein die Schwere kann keinem Körper in einem Augenblicke eine endliche Geſchwindigkeit nehmen. Hier verhielt ſich

α) Sur la force de percuſſion, et de ſa veritable meſure; in mém. de l'Academie royale des ſciences de Berlin. 1745. p. 21 u. f.

β) Robins erläuterte Artillerie S. 719.

γ) Lehrbegriff der geſ. Mathem. Th. IV. Mechanik. §. 259 u. f.

ſich alſo die Kraft des Stoßes zum Drucke, wie ein Integral zu ſeinem Elemente, oder der Stoß iſt, wie ſchon Galilei ſagte, unendlich größer als der Druck. Inzwiſchen iſt hieraus nicht zu ſchließen, daß die Kraft eines ſolchen Stoßes an ſich unendlich ſey; es folgt nur ſo viel, daß dieſe Kraft von anderer Natur, als der Druck, ſey, und einem Körper in einem Augenblicke eine endliche Geſchwindigkeit mitzutheilen vermögend ſey, wozu der Druck eine endliche Zeit gebrauchet. Daher läßt ſich eine ſolche Kraft nicht durch ein ihr gleiches Gewicht ausdrucken. Es laſſen ſich aber gar wohl Kräfte dieſer Art unter einander vergleichen, da ſie ſich alsdann, wie MC, verhalten müßten. Eben ſo etwas gilt auch von der ganzen Summe aller Druckungen, welche während des ganzen Stoßes elaſtiſcher Körper Statt gefunden haben. Begreift man nämlich hierbey unter dem Worte Kraft des Stoßes die ganze Summe, ſo kann ſie eben ſo wenig mit Gewichten verglichen werden, weil ſie ein wirkliches Integral ausmacht, deſſen jedes Element einem Drucke oder Gewichte gleich iſt. Hingegen laſſen ſich dieſe Summen unter ſich gar wohl vergleichen, ohne auf die Zeit Rückſicht zu nehmen, während welcher ſie entſtanden ſind, und ſie verhalten ſich dann, wie MC^2. Man ſieht alſo hieraus, daß ſich die Kraft des Stoßes in Vergleichung mit Gewichten weder durch MC noch durch MC^2 ausdrucken laſſe.

Von einigen Schriftſtellern werden zur Meſſung der Kraft des Stoßes ſehr unſchickliche Vorſchriften gegeben. Franc. Joſeph Camus *) ließ eine Bleykugel mit einem Hammer, welcher ein Pfund wiegt, ohne Gewalt platt ſchlagen, und ſchließt daraus, weil eine gleiche Kugel eben ſo platt zu drucken, 200 Gewicht erfordert werde, daß der Schlag des Hammers einem Gewichte von 200 Pfund gleich ſey. Allein der Ausdruck, ohne Gewalt, iſt hier von gar keinem Sinne. Camus hätte vielmehr beſtimmter und richtiger angeben ſollen, von welcher Höhe der Hammer frey herabfallen müſſe, um dieſe Wirkung hervorzubringen. Aber auch

*) Traité des forces mouvantes. P. I. ch. 3. prop. 5.

auch alsdann hätte man noch keinen richtigen Begriff davon, was eigentlich der Hammer gethan habe; denn der Schlag, welcher die Kugel in längerer oder kürzerer Zeit eben ſo platt gebracht hätte, würde ohne Zweifel ſchwächer oder ſtärker geweſen ſeyn. Uebrigens hat man aber auch gar nicht nöthig, viel von Kräften des Stoßes zu reden, da man ohne alle Verwirrung die Wirkungen, die man einer Gewalt zuſchreibt, ſehr leicht aus Maſſe und Geſchwindigkeit ableiten kann.

M. ſ. Kästner Anfangsgründe der höhern Mechanik, den Abſchnitt, der vom Stoße handelt. Karſten Lehrbegriff der geſammten Mathematik. Th. IV. Mechanik. Abſchn. XV. XVI. XVII. XVIII. *Montucla* hiſtoire des mathematiques. T. II. P. IV. L. V. §. 6. L. VII. §. 1. *Petr. van Muſſchenbroek* introductio ad philoſoph. naturalem. Lugd. Batav. 1762. 4. Tom. I. c. 17. de percuſſione.

Stoßmaſchine ſ. Percuſſionsmaſchine.

Strahl, Lichtſtrahl ſ. Licht.

Strahlenbrechung ſ. Brechung der Lichtſtrahlen.

Strahlen der Wärme ſ. Wärme.

Strahlenbrechung, aſtronomiſche (refractio aſtronomica, refraction aſtronomique). Wenn die von Himmelskörpern ausgehenden Lichtſtrahlen bey ihrem Fortgange in unſern Luftkreis kommen, ſo müſſen ſie nothwendig gebrochen werden, indem ſie aus einem dünnen Mittel in ein dichteres übergehen. Sie werden alſo ins Auge des Beobachters nach ganz andern Richtungen kommen, als es ſonſt geſchehen würde, wenn ſie durch ein Mittel von gleicher Dichte in ihrem ganzen Fortgange ins Auge kommen könnten. Es ſey (fig. 113.) b die Stelle des Beobachters auf der Erde, die Himmelsgrenze a t ſ, und die äußerſte Grenze der Atmoſphäre g d e, mithin a das Zenith. Wenn nun von dem Stern ſ ein Strahl ſ e auf die Atmoſphäre der Erde alſo auffallen würde, daß er gehörig verlängert die Stelle b träfe, ſo iſt klar, daß er anfänglich aus e in die Lage e k ge-

gebrochen würde. Da aber die Dichtigkeit der Atmoſphäre von der äußerſten Grenze derſelben bis auf die Erdoberfläche zu immer größer wird, ſo wird der Strahl gegen die Oberfläche der Erde immer mehr in eine krumme Linie gebrochen, und trifft die Erde in c, mithin kann dieſer Strahl in die Stelle b nicht kommen. Ein anderer Strahl ſd hingegen, welcher über e hinweggehen würde, muß ebenfalls in die krumme Linie d b gebrochen werden, und dieſer Strahl fällt nun in die Stelle b. Die Richtung dieſes Strahls, in welcher er das Auge des Beobachters trifft, iſt mit der Tangente b t einerley, mithin wird der Stern in der Richtung b t geſehen, und ſeine ſcheinbare Entfernnng vom Zenith beſtimmt den Winkel a b t, welcher ohne Refraction a b ſ ſeyn würde. Die Differenz t b ſ, welche angibt, um wie viel die ſcheinbare Entfernung a b t des Sternes ſ vom Zenith a wegen der Strahlenbrechung in der Atmoſphäre von der wahren Entfernung verſchieden ſey, heißt die **aſtronomiſche Strahlenbrechung** oder **Refraction.**

Es verurſacht alſo die aſtronomiſche Strahlenbrechung, daß ein Geſtirn am Himmel etwas höher erſcheint, als ohne dieſe Brechung erfolgen würde. Befände ſich das Geſtirn gerade im Zenith a, ſo geht der Strahl a g ungebrochen durch den Luftkreis hindurch. Dagegen fallen die Strahlen ſolcher Geſtirne, die näher am Horizonte erſcheinen, deſto ſchiefer auf, und werden daher deſto ſtärker gebrochen. Je weniger alſo ein Geſtirn vom Zenith entfernt iſt, deſto kleiner iſt die aſtronomiſche Strahlenbrechung, und ſie fällt völlig weg, wenn das Geſtirn im Zenith ſich befindet; dagegen wird ſie deſto größer, je näher das Geſtirn dem Horizonte erſcheinet, und ſie iſt am größten, wenn das Geſtirn gerade im Horizonte geſehen wird. Dieſe heißt alsdann auch die **Horizontalrefraction.** Uebrigens kommt es aber nicht darauf an, ob das Geſtirn weiter oder näher von unſerer Erde entfernet iſt; die Strahlenbrechung für Planeten, Sonne, Mond, Fixſterne und Cometen iſt völlig einerley.

Mon-

Montucla meint, ſchon **Ptolemäus** habe die aſtronomiſche Strahlenbrechung gekannt, und beruft ſich dieſerwegen auf eine Stelle des **Roger Bacon** [a]), welcher anführet, man ſeh die Geſtirne beym Horizonte nicht am rechten Orte und hinzuſetzet: ſic autem *Ptolemaeus* in Lib. V. de opticis, et *Alhazen* in VII. Alhazen's angeführte Stelle handelt zwar wirklich von der Strahlenbrechung; allein im Almageſt des **Ptolemäus** findet man keine Erwähnung derſelben, ſelbſt da nicht, wo dieß geſchehen ſeyn müßte, wenn ſie damahls bekannt geweſen wäre. Sehr wahrſcheinlich hat ſich die von **Bacon** angeführte Stelle des **Ptolemäus** auf den Geſichtsbetrug bezogen, welchen **Ptolemäus** irrig aus den Dünſten erklärt. M ſ **Himmel.** Von dieſem Geſichtsbetruge handeln mehrere Stellen des **Ptolemäus**, beſonders die Lib. III. c. 9., von welcher auch **Prieſtley** [β]) meinet, daß ſie einen Bezug auf die aſtronomiſche Strahlenbrechung habe

Dagegen redet der Araber **Alhazen** ſchon ſehr beſtimmt von dieſen Strahlenbrechungen [γ]). Er leitet ſie davon ab, daß die Materie des Himmels ſubtiler ſey, als die Subſtanz der Luft Er ſchreibt ihnen die Urſache zu, daß die Höhe der Geſtirne vergrößert werde, und daß Sterne zuweilen über dem Horizonte geſehen werden, wenn ſie noch wirklich darunter ſind. Auch hängt nach ihm das Blinkern der Sterne davon ab. Sonſt behauptet er aber mit Recht, daß ſie keinesweges den Grund der ſcheinbaren Vergrößerung der Sonnenſcheibe beym Horizonte enthalten, vielmehr müßten ſie den Durchmeſſer der Geſtirne am Horizonte verkleinern, weil zwey Sterne am Horizonte näher bey einander erſcheinen, als Mittagskreiſe. Endlich gibt er noch Mittel an, die Größe der Strahlenbrechung zu finden, allein weder er, noch ſein Nachfolger **Vitellio**, haben etwas von ihrer Größe angegeben.

a) Perſpectiua ex edit. *Combachii.* 1614. p. 37.

β) Geſchichte der Phyſik durch Klügel. S. 11.

γ) Optic. Lib. VII. und de crepuſculis.

Erſt im ſechszehnten Jahrhunderte wurde dieſer Gegenſtand etwas genauer von **Bernhard Walther** α), **Mäſtlin** und beſonders **Tycho de Brahe** unterſuchet. Man erkannte gar bald die Wichtigkeit desſelben. **Kepler** β) führet an, daß beym Aufgange der Kornähre der Jungfrau der Schwanz des Löwen in dem nämlichen Scheitelkreiſe 35° 2′ hoch ſtehe, da doch die Entfernung beyder Sterne nahe am Meridiane nur $34\frac{1}{2}^\circ$ gefunden werde, woraus zu ſchließen ſey, es werde die aufgehende Aehre um 32′ höher erhoben. Dieſe Beobachtung rührt von **Tycho** her, wie der Zuſammenhang in **Keplers** Schrift lehret; auch wird man ſich leicht mit der Himmelskugel verſichern können, daß ſie auf den uraniburgiſchen Horizont paßt. Uebrigens ſetzt **Tycho** die Horizontalrefraction der Sterne auf einen halben Grad. Er glaubte in Anſehung der Strahlenbrechung vermöge ſeiner Beobachtungen einen Unterſchied bey der Sonne, dem Monde und den Sternen zu finden, die Horizontalrefraction der Sonne auf 34′ und die des Mondes auf 33′ zu ſetzen, und die Wirkungen derſelben höchſtens bey der Sonne bis auf den 43ſten Grad ihrer Höhe, beym Monde bis auf den 45ſten Grad, und bey den Sternen bis zum 20ſten Grad anzunehmen. Endlich meint noch **Tycho**, die Strahlenbrechung werde durch den Unterſchied der Luft und des Aethers darüber, wie auch durch die dicken Dünſte zunächſt an der Erdfläche verurſachet. Dagegen behauptete der heſſiſche Mathematiker **Rothmann**, daß es gar keinen Unterſchied zwiſchen der Luft und dem Aether gebe, und ließ die Brechung bloß nahe am Horizonte Statt finden. Beyde geriethen darüber in einen weitläuftigen Streit, welchen **Kepler** anführet.

Kepler kannte ſchon die Brechung beſſer, und macht die richtige Bemerkung, daß die Verſchiedenheit der Entfernung der Himmelskörper von der Erde auf die Strahlenbrechung gar keinen Einfluß habe. Obgleich **Tycho** anfänglich

α) Obſervat. Norimberg. adiectae obſervat. Haſſiacis, editis a *Willebr. Snellio.* Lugd. Batav. 1618. 4.

β) Epitom. aſtronom. Copernic. L. I. P. 3. p. 61.

lich die Brechung des Mondenlichtes für größer als die des Sonnenlichtes wegen der geringern Entfernung gehalten habe, ſo ſey er doch nachher inne geworden, daß ſie beyde Mahl einerley ſey *). So viel Kepler aber auch von der Strahlenbrechung geredet hat, ſo beging er doch darin einen großen Fehler, daß er der Luft bis zur Grenze der Atmoſphäre eine gleichförmige Dichtigkeit zuſchrieb. Erſt durch die Entdeckungen des Torricelli, Pascal, Boyle und Mariotte ward die wahre Beſchaffenheit des Luftkreiſes etwas näher beſtimmt, wodurch man beſtimmtere Begriffe von der Strahlenbrechung in ſelbigem erhielt.

Noch im Jahre 1665 nahm der P. Riccioli die Strahlenbrechung nur bis 26° Höhe als merklich an. Allein der ältere Caſſini leitete aus ſeinen Beobachtungen eine Tabelle für die Brechungen her, worin die Horizontalrefraction $32\frac{1}{6}$ geſetzet, und die Brechung bis nahe ans Zenith als merklich angenommen iſt. Auch erhielt dieſe Beſtimmung durch Richers Beobachtungen in Cayenne in den Jahren 1671 bis 1673 ihre Beſtätigung.

Die Aſtronomie lehret verſchiedene Methoden, die Größe der Strahlenbrechungen durch Beobachtungen zu finden. Wenn z. B. die Polhöhe des Beobachtungsortes nebſt der Abweichung der Sonne oder eines Sternes genau bekannt ſind, ſo kann man die Höhe der Sonne oder des Sternes für jede Entfernung vom Meridiane durch Auflöſung eines ſphäriſchen Dreyecks berechnen. Wenn man nun die ſcheinbaren Höhen mittelſt eines großen Quadranten, und zugleich die Entfernungen vom Meridiane durch die Zeit mit einer genauen Pendeluhr beobachtet, ſo wird für die nämliche Entfernung die beobachtete Höhe etwas größer als die berechnete ſeyn, und die Differenz beyder wird die Größe der Strahlenbrechung für dieſe Höhe geben.

Oder man beobachte einen Stern (fig. 114.) c, welcher ſehr nahe beym Zenith a durch den Meridian gehet, mithin ſeine Refraction unendlich klein iſt. Aus dem Ab-

*) Paralipom. p. 112.

ſtande a c vom Zenith und der Aequatorhöhe a p des Beobachtungsortes läßt ſich der Halbmeſſer c p = p b des Tagebogens, und hieraus die Höhe b e finden, in welcher der Stern 12 Stunden nach ſeiner Culmination durch den Mittagskreis unter dem Pole p gehen ſollte. Beobachtet man nun dieſen Durchgang, ſo wird ſich die Höhe wegen der Strahlenbrechung größer, etwa β e, finden, und eben die Differenz β b wird die Größe der Strahlenbrechung geben.

Die Methoden, die Strahlenbrechungen durch Beobachtung zu finden, ſind nur brauchbar, wenn die Höhe des Sternes nicht über 45° iſt. Beträgt dieſe mehr als 45°, ſo ſind die Strahlenbrechungen ſo klein, daß man ſich auf die Beobachtung allein nicht mehr verlaſſen kann. Man war daher genöthiget, Geſetze aufzuſuchen, nach welchen ſich die Strahlenbrechung vom Horizonte an bis gegen das Zenith zu ändert. Um aber hierbey ſo viel als möglich genau zu ſeyn, müßte man die Natur der Curve kennen, welche der Lichtſtrahl in der Atmoſphäre durchläuft. Der ältere Caſſini ließ dieſe Krümmung ganz außer Acht, und nahm an, das Licht gehe in geraden Linien fort, wobey es eben ſo viel iſt, als ob ein jeder Strahl aus einem Raume von ſehr dünnem Mittel unmittelbar in die unterſte Luftſchicht übergienge *). Nach dieſer Vorausſetzung muß aber eine beſtimmte Höhe der Atmoſphäre angenommen werden. Wenn Caſſini dieſe Höhe 2000 Toiſen annahm, ſo fand er ſeine Berechnungen mit den Beobachtungen zuſammenſtimmend. Auf ſolche Art entſtand ſeine Brechungstafel, worin die Horizontalrefraction 32′ 10″, die von 10° Höhe 5′ 28″ geſetzet iſt, und welche lange Zeit von den Aſtronomen iſt gebrauchet worden. Viele Schriftſteller damahliger Zeit waren durch Caſſini verleitet worden, zu glauben, die Brechung des Lichtes in der Luft erſtrecke ſich nicht weiter, als bis auf die Höhe von 2000 Toiſen, und bleibe durch dieſen Raum überall

*) *Heinſius* progr. de computo refractio. aſtronom. ſub hypotheſi rad. luc. inſtar rectae lineae atmoſph. traiicere. Lipſ. 1749. 4.

all gleich groß. Dieſen irrigen Satz hat jedoch Caſſini ſelbſt nicht behauptet; hieraus würde das offenbar Irrige folgen, daß die Strahlenbrechung auf den Bergen größer als an der Meeresfläche ſeyn, und 2000 Toiſen Höhe über der Meeresfläche nahe am Zenith noch 32′ betragen müßte.

Bouguer beobachtete die Horizontalrefraction in Peru 27′, auf dem Chiboraço aber, der 2388 Toiſen über der Meeresfläche hoch iſt, nur 19′ 45″. Das Geſetz nach welchem die Refraction abzunehmen ſchien, ließ dem Herrn de la Lande vermuthen, ſie möge in einer Höhe von 5158 Toiſen über der Meeresfläche unmerklich werden. Wäre auch dieſes ungegründet, ſo hat doch Bouguer durch dieſe Beobachtungen bewieſen, daß ſie in höhern Gegenden der Atmoſphäre wirklich abnimmt, und folglich der Weg des Lichtes keine gerade Linie, ſondern eine krumme Linie ſey.

Seit Mariotte's Zeiten haben auch mehrere Mathematiker die Bahn des Lichtes in der Atmoſphäre als eine krumme Linie angeſehen, und aus der Natur derſelben zuverläſſigere Beſtimmungen der Refraction in verſchiedenen Höhen abzuleiten geſuchet. Die erſtere dahin gehörige Tafel iſt die von Newton [α]) berechnete, welche Halley herausgab, und in welcher die Horizontalrefraction 33′ 45″, die für 1° Höhe 23′ 7″, die für 75° Höhe, womit ſich die Tafel endiget, zu 15″ angeſetzet iſt. Mehrere Unterſuchungen über dieſen Gegenſtand haben nachher Taylor [β]), Jakob Bernoulli [γ]), Johann Bernoulli [δ]), Daniel Bernoulli [ε]), Simpſon [ζ]) und endlich Lambert [η]) angeſtellet.

Aus ſehr vielen und genauen Beobachtungen leitete de la Hire [ϑ]) eine neue Brechungstafel her, in welcher die Horizon-

α) Philoſoph. Transact. for 1721. Num. 368. p. 169.
β) Methodus increm. p. 108.
γ) Opp. Tom. II. p. 1063.
δ) Opp. Tom. III. p. 516.
ε) Hydrodynamica. p. 221.
ζ) Mathematicae diſſ. p. 46.
η) Les propriétés remarquables de la route de la lumière par les airs. à la Haye 1758. §. 103.
ϑ) Mémoires de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1702.

rizontalrefraction 32′, die für 5° Höhe 10′ 26′, die für 10° Höhe 5′ 41″, bey 75° Höhe 20″ geſetzet iſt, und welche von **Bouguer** *) noch ſehr iſt verbeſſert worden. Dieſe ſo wichtige Lehre wurde von dem **Abt de la Caille** *) mit noch größerer Genauigkeit unterſuchet. Dieſer fand eine ſinnreiche Methode, die Strahlenbrechung durch Beobachtung zu beſtimmen, indem er Sterne am Zenith auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung beobachtete, die zu gleicher Zeit in Paris am Horizonte geſehen wurden.

Nach Simpſons Bemühungen folgt dieß Geſetz der krummlinigten Bahn des Lichtes, daß ſich die Brechungen in verſchiedenen Höhen, wie die Tangenten der um $\frac{11}{4}$ der Brechungen verminderten Entfernungen vom Zenith, verhalten. Im Jahre 1760 nahm **Bradley** vermöge ſeiner Beobachtungen die Zahl 3 ſtatt $\frac{11}{4}$ an. Wenn man alſo die ſcheinbare Entfernung vom Zenith $= \alpha$, die Brechung $= \varrho$ ſetzt, ſo verhält ſich ϱ wie tang. $(\alpha - 3\varrho)$, wofür man ohne merklichen Fehler das Verhältniß ϱ zu tang. α annehmen kann, wenn ϱ ſehr klein iſt, daher die Refractionen von 45° Höhe an bis zum Zenith ziemlich genau im Verhältniſſe der Tangenten der Entfernungen vom Zenith abnehmen. Für Höhen unter 45°, wo ſchon ϱ merklicher iſt, hat man die Horizontalrefraction $= \zeta$ geſetzet

$$\text{tang.}\,(90^\circ - 3\varrho) : \text{tang.}\,(\alpha - 3\varrho) = \zeta : \varrho$$

Nach dieſer Regel iſt eine Brechungstafel von **de la Lande** für **Bradley's** Beobachtungen berechnet worden, welche ſich in der Berliner Sammlung aſtronomiſcher Tafeln (B. III. S. 228 229) befindet, und noch jetzt am gebräuchlichſten iſt. Ein kurzer Auszug aus ſelbigen iſt dieſer:

Schein-

*) Mém. de Paris 1739. 1749.

*) Sur les refractions aſtronomiques; in mémoir. de Paris 1755.

Scheinbare Höhe	Strahlenbrechung		Scheinbare Höhe	Strahlenbrechung		Scheinbare Höhe	Strahlenbrechung	
Grad	′	″	Grad	′	″	Grad	′	″
0	32	24	9	5	58	50	0	49
1	24	21	10	5	24	55	0	41
2	18	41	15	3	36	60	0	34
3	14	46	20	2	40	65	0	28
4	12	3	25	2	6	70	0	21
5	10	5	30	1	42	75	0	16
6	8	39	35	1	24	80	0	10
7	7	32	40	1	10	85	0	5
8	6	40	45	0	59	90	0	0

Hierbey entſteht aber noch die wichtige Frage, ob die Strahlenbrechung an verſchiedenen Orten der Erdfläche gleich oder ungleich ſey? Wäre das letztere, ſo würden dergleichen Brechungstafeln eben nicht ſonderlich brauchbar ſeyn. Man iſt aber über dieſe Frage immer nicht einig geweſen. **Bouguer** fand die Horizontalrefraction in Peru 27′, da ſie in unſern Gegenden gewöhnlich 32′ beträgt. Hieraus folgte alſo eine Ungleichheit der Strahlenbrechung an verſchiedenen Orten. Dagen beobachtete **de la Caille** auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung die Brechung nur um $\frac{1}{40}$ ſtärker, als in Paris, und **Maupertuis** fand die in Lappland von der zu Paris gar nicht verſchieden. Dieſen Beobachtungen gemäß fände alſo gar keine oder wenigſtens nur eine unmerkliche Ungleichheit der Brechungen an verſchiedenen Orten der Erde Statt. Man hat daher die angeführte Tafel, beſonders für Höhen, die über 12° gehen, an allen Orten der Erdfläche, ohne etwa merkliche Fehler zu begehen, mit Sicherheit gebrauchet, wenn die Barometerhöhe 28 Pariſ. Zoll iſt, und das Queckſilberthermometer von 80 Graden auf 10 Grade ſtehet, in welchem Falle die Strahlenbrechungen die **mittleren** genennt werden. Aus dieſer Urſache nennt man dieß die **Tafel der mittleren Strahlenbrechungen**. In den neuern Zeiten aber hat Herr **Hennert** *) beſonders aus den von **Piazzi** [b]) zu Palermo

*) Archiv der reinen und angew. Mathematik durch Hindenburg. 6tes Heft 1797.

b) Della ſpecola aſtronomica etc.

lermo gemachten Beobachtungen gefunden, daß ſich überhaupt keine überall brauchbare Regel zur Beſtimmung der Strahlenbrechung angeben laſſe, ſondern daß die verſchiedenen Luftſtriche auch ein immer etwas verſchiedenes Geſetz befolgen. Daher wird ein jeder Aſtronom die Strahlenbrechung für ſeinen Ort beſonders beſtimmen müſſen. Auch findet Hennert, daß die Strahlenbrechungen in den verſchiedenen Jahrszeiten verſchieden, nahmentlich im Winter größer, als im Sommer ſey. Dieß letztere hatte ſchon Picard im Jahre 1669 aus den Mittagshöhen der Sonne erkannt. Daß dieß von der in den verſchiedenen Jahrszeiten erfolgenden Dichtigkeit der Luftmaſſe herrühre, iſt gar keinem Zweifel unterworfen. Dabey kann man vermöge des Strahlenbrechungsgeſetzes annehmen, daß ſich die aſtronomiſchen Refractionen (als ſehr kleine Winkel) wie die Dichtigkeit der Luft ſelbſt verhalten. Da nun die Dichtigkeit der Luft vom Drucke, der Wärme, den Dünſten und anderen Miſchungen geändert wird, ſo müßte man eigentlich, um genaue Beſtimmungen der Refractionen zu erhalten, alle dieſe Umſtände in Betrachtung ziehen. Allein es hat ſeine Schwierigkeiten, die Wirkungen der Dünſte und anderer Miſchungen auf die Dichtigkeit der Luft mit einiger Zuverläſſigkeit zu beſtimmen; daher begnüget man ſich, bloß auf Druck und Wärme, d. i. auf den Barometer- und auf den Thermometerſtand, Rückſicht zu nehmen.

In Anſehung des Barometers müſſen ſich die mittleren Strahlenbrechungen, welche für 28 Zoll oder 336 Linien Barometerhöhe gelten, für 1 Linie Aenderung um $\frac{1}{336}$ oder beynahe $\frac{3}{1000}$ ihrer Größe ändern. Nimmt man alſo die Dichtigkeit der Luft bey der Barometerhöhe von 336 Linien $= 1$ an, ſo wird ſie bey $336 \pm b$ Linien $1 \pm \frac{3b}{1000}$ ſeyn, und die mittlere Strahlenbrechung ϱ wird ſich in

$$\varrho\left(1 \pm \frac{3b}{1000}\right)$$

verwan-

verwandeln. Aus Beobachtungen fand Mayer die Veränderung $= \frac{1}{22}$ des Ganzen, wenn ſich die Barometerhöhe um 15 Linien änderte, oder wenn $b = 15$ war, welches mit der Formel ſehr gut zuſammenſtimmt.

Was das Thermometer betrifft, ſo kommt es vorzüglich auf die Anzeige der Wärme an, welche auf die Elaſticität der Luft wirket. Daß aber hierbey durch Verſuche ungemein verſchiedene Reſultate ausgefallen ſind, iſt bereits unter dem Artikel, **Luft**, angeführet worden. Nach Herrn de Lüc ändert ſich bey 10° nach Reaum. die ſpecifiſche Elaſticität der Luft für jeden Grad Aenderung um $\frac{1}{208\frac{1}{4}}$. M. ſ. **Höhenmeſſung, barometriſche** (Th. II. S. 949.). Wenn daher das Thermometer von 10 Grad nach Reaum. an um a Grade herabfiele, oder ſtiege, ſo müßten die mittleren Strahlenbrechungen etwa um $\frac{a}{208,25}$ größer oder kleiner werden; mithin würde ſich ϱ in

$$\varrho \cdot \left(1 \mp \frac{a}{208,25}\right)$$

verwandeln. Nimmt man aber ein anderes Ausdehnungsverhältniß der Luft durch die Wärme an, ſo bekommt man dadurch auch einen andern Diviſor in der Formel.

Tobias Mayer, welcher bey ſeinen Beobachtungen mit dem göttingiſchen Mauerquadranten vorzüglich Rückſicht mit auf die Strahlenbrechungen nahm, fand, daß ſich die Brechung im Verhältniſſe der Wärme änderte, und gab im Jahre 1753 folgende Regel an, die allgemeinen Beyfall erhielt: **Die mittlere Strahlenbrechung für 28 Zoll Barometerhöhe und [illegible] Grad Wärme verändert ſich bey 15 Linien Veränderung des Barometers, und bey 10 Grad Aenderung des Thermometers, um den 22ten Theil ihrer Größe.** Nach dieſer Regel findet man alſo für 1 Grad Aenderung $\frac{1}{220}$; mithin den Diviſor von a in der Formel $= 220$.

Herr

Herr de Lüc *) bemerket, daß dieſe Mayerſche Regel eine Berichtigung vorſchreibe, welche ſich zu der ſeinigen wie $\frac{1}{511}$ zu $\frac{1}{500}$ verhalte. Allein dieſe gemachte Vergleichung iſt unrichtig. Mayers Berichtigung nämlich beträgt für 1 Grad des de Lüc'ſchen Thermometers $\frac{1}{511}$ derjenigen Brechung, welche bey 10 Grad Wärme verurſachet wird; de Lüc's hingegen $\frac{1}{500}$ derjenigen Höhe, die bey $16\frac{3}{4}$ Wärmegrade Statt hat. Folglich iſt die Einheit, auf welche ſich die Brüche beziehen ſollen, nicht ein und die nämliche, und es kann daher keine unmittelbare Vergleichung Statt finden. Reducirt man ſie aber auf einerley Normaltemperatur, ſo würden ſie ſich vielmehr wie $\frac{1}{220}$ zu $\frac{1}{208\frac{1}{4}}$ oder wie $\frac{1}{511}$ zu $\frac{1}{484}$ verhalten, und ihre Abweichung von einander ſcheint weit größer zu ſeyn, als de Lüc meinet. De Lüc füget aber bey, es habe vielleicht Mayer ſich eines eigentlichen Reaumür. Thermometers bedienet, deſſen Grade etwas kleiner, als die gewöhnlichen Grade der Theilung in 80, ſeyen, und wenn dieß ſeine Richtigkeit habe, ſo ſtimme die Mayerſche Angabe mit der ſeinigen noch näher zuſammen. Dieſe Muthmaßung hat ſich auch einigermaßen beſtätiget. Herr Lichtenberg β) führet nämlich an, Mayer's im Jahre 1755 verfertigtes Thermometer beſitze vom Froſtpunkte bis zum Siedpunkte nicht 80, ſondern $82\frac{1}{2}$ Grad. Dieſem zu Folge verhielt ſich alſo ein Mayerſcher Grad zu einem gewöhnlichen wie $82{,}5 : 80 = 33 : 32$, oder $\frac{33}{32}$ Mayerſche Grade machten 1 Grad nach der gewöhnlichen 80theil. Theilung aus. Da nun Mayer die Berichtigung für einen ſeiner Grade $= \frac{1}{220}$ ſetzt, ſo würde dieß für einen gewöhnlichen Grad $\frac{33}{32 \cdot 220} = \frac{1}{213\frac{1}{3}}$ betragen. Wirklich verhielten ſich alſo Mayers und de Lüc's Berichtigungen, wie $\frac{1}{213\frac{1}{3}} = \frac{1}{208\frac{1}{4}}$ oder wie $\frac{1}{496}$ zu $\frac{1}{484}$. Den

*) Unterſuchungen über die Atmoſphäre. Th. II. S. 836.

β) *Tob. Mayeri* opera inedita, cura *G. C. Lichtenbergii.* Vol. I. p. 90.

Den von Mayer angenommenen Satz, daß ſich die Veränderung der Strahlenbrechung wie die Aenderung der Wärme verhalte, billiget auch de la Caille a); allein er findet aus ſeinen Beobachtungen die Veränderung für 10 Grad Wärme nur $\frac{1}{27}$, ſo daß alſo der Diviſor von a hier = 270 ſeyn würde. Von den meiſten wird die Mayerſche Beſtimmung angenommen, jedoch ſo, daß ſie ſich auf die Skale von 80 Graden beziehet, wo alſo der Diviſor von a die Zahl 220 iſt.

Wenn man nun beyde Berichtigungen in Anſehung des Drucks und der Wärme mit einander gehörig verbindet, ſo ergibt ſich, wenn die Barometerhöhe = 336 + b Linien iſt, und das Queckſilberthermometer von 80 Graden auf 10 + a Grade ſtehet, die Strahlenbrechung.

$$\text{A)}\ R = \varrho \left(1 + \frac{3b}{1000}\right) : \left(1 - \frac{a}{220}\right)$$

Dieſe Formel muß aber noch nach einer ſtrengen Theorie geprüfet werden, wobey man zum Grunde leget, die Strahlenbrechung verhalte ſich wie die Dichtigkeit der Luft. Es iſt nämlich die Dichtigkeit der Luft vermöge der unter dem Artikel Höhenmeſſung, beygebrachten Gründe, $\mu = \frac{\alpha}{\gamma}$, wo α die Barometerhöhe, und γ die Subtangente der logarithmiſchen Linie oder die ſpecifiſche Elaſticität der Luft bedeutet. Setzt man alſo für die mittlere Strahlenbrechung ϱ die Dichtigkeit der Luft $= \frac{336}{\delta}$, wo alſo δ die Subtangente der logarithmiſchen Linie bey der Barometerhöhe von 336 Linien bezeichnet; dagegen für die Strahlenbrechung R beym Barometerſtand α und der Subtangente γ, die Dichtigkeit der Luft $= \frac{\alpha}{\gamma}$, ſo iſt $\varrho : R = \frac{336}{\delta} : \frac{\alpha}{\gamma}$, woraus ſich ergibt

$$R = \varrho \cdot \frac{\alpha}{\gamma} \cdot \frac{\delta}{336}.$$

a) Mémoir. de Paris 1755.

Ferner iſt unter dem Artikel, Höhenmeſſung, angeführet, daß ſich die Subtangente für v Grade des Reaum. Thermometers wie 210 + v verhält. Alſo iſt, weil v = 10 für die Subtangente δ iſt, $\delta : \gamma = 220 : 210 + v$, mithin die Refraction

$$R = \varrho \cdot \frac{\alpha}{336} \cdot \frac{220}{210 + v}.$$

Wäre z. B. $\alpha = 26'\ 6''' = 318''$; v = 30 Grad, ſo wäre die mittlere Strahlenbrechung durch $\frac{318}{336} \cdot \frac{220}{240} = 0{,}87$ zu multipliciren.

Um dieß nun mit der Formel A) zu vergleichen, ſetze man ſtatt $\alpha = 336 + b$ und ſtatt $r = 10 + a$, ſo findet man

$$R = \varrho \cdot \left(1 + \frac{b}{336}\right) \cdot \frac{220}{220 + a},$$

und wenn der Nenner des Zählers b in 1000 verwandelt, und im letzten Faktor die Diviſion wirklich angeſtellet wird

$$\text{B)}\ R = \varrho \left(1 + \frac{3\,b}{1000}\right) \left(1 - \frac{a}{220 + a}\right).$$

Aus der Vergleichung dieſer Formel B) mit der A) läßt ſich nun ſehr leicht einſehen, daß die beyden Sätze: die Aenderungen der Strahlenbrechung durch die Wärme ſeyen den Aenderungen der Wärme proportional, und: die Strahlenbrechung verhalte ſich wie die Dichtigkeit der Luft, nicht zugleich mit einander beſtehen können. Vermöge des erſten Satzes hätte man nämlich die Berichtigung wegen der Wärme $\frac{a}{220}$; nach dem andern aber die $\frac{a}{220 + a}$, welches beydes man nur alsdann für einerley annehmen kann, wenn man a in Vergleichung mit 220 ſehr klein annehmen kann. Uebrigens wird von den Aſtronomen die Berichtigung der mittleren Strahlenbrechungen gewöhnlich nach der Formel B) berechnet; denn der Satz, aus welchem ſie abgeleitet iſt, ſcheint in der Natur weit eher, als der erſte, Statt zu finden.

Wenn man mehr Rückſicht auf die Eintheilung von Mayers Thermometerſkale nimmt, ſo muß man ſtatt 220 die Zahl $213\frac{1}{3}$ ſetzen. Uebrigens iſt aber leicht zu begreifen, daß bey Barometerſtänden unter 28 Zoll und bey Thermometerſtänden unter 10 Grad, b und a negativ zu nehmen ſind.

In der Sammlung der Berliner Tafeln (B. III. S. 230. 231.) findet man die Werthe der in ρ zu multiplicirenden Zahlen für den Barometerſtand von 2 zu 2 Linien, und für den Thermometerſtand von Grad zu Grad. Auch de la Lande α) hat eine Brechungstafel nach de la Caille, wo die Berichtigung der Wärme für jeden Grad Wärme nach Reaum. $= \frac{1}{270}$ angenommen iſt.

Genauere theoretiſche Unterſuchungen über die Wirkung der Wärme und der Elaſticität der Luft findet man beym Euler β) und de la Grange γ).

Eine der vorzüglichſten Wirkungen der aſtronomiſchen Refraction iſt dieſe, daß die Sterne höher erſcheinen, als ſie wirklich ſtehen; daher muß man von der ſcheinbaren Höhe eines Sternes ſeine Refraction ſubtrahiren, um die wahre Höhe desſelben zu finden.

Auch verurſacht die Strahlenbrechung, daß wir die aufgehenden Geſtirne ſchon im Horizonte gewahr werden, wenn ſie noch unter ſelbigem ſtehen, und daß ſie beym Untergange noch eine Zeit lang ſichtbar bleiben, wenn ſie gleich ſchon unter dem Horizonte ſich befinden. Weil die Horizontalrefraction ungefähr 32′ beträgt, und der ſcheinbare Durchmeſſer der Sonne und des Mondes beynahe eben ſo groß iſt, ſo verurſacht dieß, daß die Sonne und der Mond beym Aufgange um die Größe ihrer Durchmeſſer, noch ehe ſie wirklich in den Horizont kommen, ſichtbar iſt, ſo wie ſie beym Untergange um dieſe Größe über dem Horizonte bleiben, da ſie bereits unter

α) Expoſition du calcul aſtronom. Paris 1762. 8. p. 251. 252.
β) Mémoir. de Berlin 1754. p. 131.
γ) Nouv. memoir. de Berlin 1772. p. 259.

unter demſelben ſtehen. Nach Herrn **Käſtner** α) beträgt dieß in Zeit bey der Sonne in unſern Gegenden

für die Aequinoctien 3 Min. 37 Sek.
für den längſten Tag 4 — 15 —
für den kürzeſten Tag 4 — 34 —

daß mithin die Dauer unſers längſten Tages wegen der Strahlenbrechung noch um $8\frac{1}{2}$ Minute vergrößert wird.

In den kalten Zonen wird der beſtändige Tag, welcher im Sommer Statt findet, durch die Horizontalrefraction um ein beträchtliches vergrößert, beſonders da in dieſen kalten Gegenden wegen der außerordentlich dicken Luft die Brechung ſehr ſtark iſt. Ein merkwürdiges Beyſpiel der Horizontalrefraction iſt, daß Niederländer, welche im Jahre 1597 in Novazembla überwinterten, den Sonnenrand ſchon am 24 Jan. wieder ſahen, da ſie ihn vermöge der Rechnung ohne die Brechung erſt am 9 Febr. hätten ſehen können. Aus dieſem bereits von **Keplern** β) angeführten Beyſpiele folgt die dortige faſt unglaubliche Horizontalrefraction $= 4\frac{1}{2}°$.

Selbſt um die Grenzen der kalten Zone, wo eigentlich noch kein beſtändiger Tag Statt haben ſollte, bleibt ſchon die Sonne wegen der Strahlenbrechung am längſten Tage völlig über dem Horizonte ſichtbar. Dieſe merkwürdige Erſcheinung ſahe König Carl XI. am 14 Jun. alt. St. 1694. zu Tornea, und ließ ſie im folgenden Jahre durch ſeine Mathematiker **Bilemberg** und **Spole** genauer beobachten γ). Dieſe Beobachter geben ebenfalls die Brechung ungewöhnlich groß (über zwey Sonnendurchmeſſer) an.

Wegen der Strahlenbrechung ſehen Sonne und Mond am Horizonte länglich rund aus. Es wird nämlich durch die Brechung der untere Rand mehr, als der obere erheben, wodurch der vertikale Durchmeſſer verkürzt wird, indem der horizontale, weil beyde Enden gleich hoch ſtehen, unverändert bleibt.

Auch

α) Aſtronom. Abhandl. Samml. I. Götting. 1772. 8. S. 410.
β) Paralipomena. p. 138.
γ) Refractio ſolis inoccidui iuſſu Caroli XI. circa ſolſtitium aeſtiuum 1695. obſeruata. S. ſ. acta erudit. Lipſ. 1697. Febr. p. 91.

Auch iſt es der Strahlenbrechung zuzuſchreiben, daß man oft bey Mondfinſterniſſen beyde, Sonne und Mond, zugleich über dem Horizonte ſieht, ob ſie gleich wirklich dem Durchmeſſer nach einander gerade gegenüber ſtehen müſſen.

Ueberdem ſcheinen die merkwürdigen Erſcheinungen irdiſcher Gegenſtände, da nämlich Objekte über dem Horizonte erhoben, mannichmahl ganz in der Luft ſchwebend, und zwar gedoppelt, ein Mahl in ihrer natürlichen aufrechten Stellung, und dann wieder das unterſte zu oberſt erſcheinen, von der Strahlenbrechung abzuhangen. Phänomene dieſer Art ſind ſchon eine geraume Zeit bekannt geweſen, und Herr **Büſch** hat ſie aus der Strahlenbrechung zu erklären geſuchet. M. ſ. **Geſichtsbetrüge.** Vor einigen Jahren hat **Huddarts** [α]) ähnliche Erſcheinungen beobachtet, und ſie ebenfalls aus der Strahlenbrechung abgeleitet. Er meinet, es ließen ſich dieſe nicht anders erklären, als wenn man annehme, die Dichtigkeit der Luft nehme von oben herab bis auf eine gewiſſe Entfernung von der See zu, alsdann aber und bis zur gänzlichen Berührung mit der See hin wieder ab, wodurch dann, innerhalb dieſer letzten Luftſchichte, der Weg des Lichtes eine ſeinem gewöhnlichen Gange in der Atmoſphäre entgegengeſetzte Krümmung annehme, welche die Erſcheinung einerley Gegenſtandes in verkehrter Stellung bewirke. Weil aber die Grenze dieſer Luftſchichte durch die Verſchiedenheit der Ausdünſtung der See verſchieden beſtimmt werde, ſo laſſe ſich die Tiefe des Horizontes, die man bey aſtronomiſchen Beobachtungen zur See ſo oft brauche, nicht ſicher angeben.

Endlich hat auch die Refraction des Lichtes in der Atmoſphäre auf die ſcheinbaren Orte irdiſcher Höhen, mithin auf die geometriſche Höhenmeſſung, Einfluß. Ueber dieſen Umſtand haben **Tobias Mayer** [β]) und **Lambert** [γ]) Unterſuchungen angeſtellet. Herr **Lambert** nahm an, daß die krumme Bahn des Lichtes ſehr nahe ein Kreisbogen ſey, wo-

α) Philoſoph. Transact. for 1797.

β) De refractionibus obiectorum terreſtr. Goett. 1751.

γ) Proprietés de la route de la lumière. p. 87 ſqq.

zu ein Halbmeſſer gehöret, der ſieben Mahl größer, als der Halbmeſſer der Erde iſt. In einer Tabelle zeiget er, wie viel von der ſcheinbaren Höhe eines Berges abzuziehen iſt, wenn man die Entfernung deſſelben weiß. Z. B. in einer Entfernung von 21388 Toiſen muß man die Höhe um 10 Toiſ. vermindern; die Verminderungen in andern Diſtanzen verhalten ſich wie die Quadrate der Diſtanzen. Auf dieſe Art berichtigte Lambert die Höhen einiger von Caſſini gemeſſenen Berge, und fand ſie nun mit den barometriſchen Höhenmeſſungen völlig übereinſtimmend. Ueberdem muß aber auch hierbey auf den Einfluß der Wärme und der Dünſte Rückſicht genommen werden, welcher ſo ſtark iſt, daß Nettleton *) die ſcheinbare Höhe des nämlichen Hügels aus ſeinem Hauſe geſehen, an einem Tage um 30 Minut. größer, als am andern, fand.

M. ſ. Bode kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde §. 217 u. f. Käſtner Anfangsgr. der Aſtron. 1792. §. 136 u. f. *Wolfii* elementa aſtronomiae. Cap. VII. de refractione et parallaxi fixarum. De la Lande aſtron. Handb. Aus d. Franz. Leipz. 1775. 8. Buch VI. S. 475 f. De Lüc Unterſuchungen über die Atmoſphäre. Aus d. Franz. Th. II. Leipz. 1778. 8. Abth. V. Cap. 3. S. 384 u. f.

Strahlenbüſchel, elektriſche, Lichtbüſchel, Feuerbüſchel, Strahlenpinſel (penicilli electrici, aigrettes électriques) heißt diejenige elektriſche Erſcheinung, welche man im Dunkeln an elektriſchen Spitzen wahrnimmt. Man ſieht nämlich ein Licht aus der Spitze, das ſich in Geſtalt eines Kegels oder eines Pinſels verbreitet. Wenn die Elektricität beträchtlich ſtark iſt, ſo hört man ein Ziſchen, fühlt einen kühlen Wind, der aus der Spitze fähret, empfindet dabey einen phosporescirenden Geruch, und auf die Zunge geleitet einen ſäuerlichen Geſchmack.

Negativ elektriſirte Spitzen hingegen zeigen keinen Strahlenbüſchel, ſondern nur einen leuchtenden Stern oder Punkt. Man fühlt hierbey aber eben ſo, wie bey den poſitiv elektriſirten Spitzen, ein Blaſen und die übrigen eben angeführten Erſchei-

*) Philoſ. Transact. 1725. Num. 388. p. 308.

Erſcheinungen. Daher glauben diejenigen, welche dem dualiſtiſchen Syſteme zugethan ſind, daß bey den poſitiv elektriſirten Spitzen + E, bey den negativ elektriſirten aber — E ausſtrömet. Hingegen diejenigen, welche eine einzige elektriſche Materie annehmen, halten den leuchtenden Punkt an negativ elektriſirten Spitzen für ein Kennzeichen des Einſtrömens der elektriſchen Materie, und leiten das bemerkte Blaſen aus der an der Spitze elektriſirten Luft ab. M. ſ. Spitzen.

Gray *) hat die elektriſchen Strahlenbüſchel aus Leitern zuerſt bemerket, und fand zugleich, daß ſie nach ihrem Verſchwinden ſogleich wieder kamen, wenn man einen platten Leiter oder die flache Hand gegen die Spitze brachte. Selbſt aus elektriſchen Körpern, wenn ſie ſtark gerieben werden, fahren an manchen Stellen Lichtpinſel hervor, wie z. B. aus den Glaskugeln und Cylindern der Elektriſirmaſchine. Miles bemerkte dieß zuerſt an elektriſchen Glasröhren, und nennte es elektriſches Wetterleuchten, weil dieſe Strahlenbüſchel augenblicklich verſchwinden und wiederkommen.

Wie die Naturforſcher dieſe Erſcheinung ſo wie überhaupt die Erſcheinungen der elektriſchen Spitzen benutzt haben, um ihre Hypotheſen dadurch zu beſtätigen oder wenigſtens nach dieſen zu erklären, findet man unter den Artikeln, Elektricität, Leiter, leuchtender, Spitzen, elektriſirte.

M ſ Cavallo vollſtändige Lehre der Elektricität. 4te Aufl. Leipz. 1797. an verſchiedenen Stellen.

Strahlenkegel, optiſcher, Lichtkegel (conus a radiis opticis formatus, conus luminoſus, pinceau optique). Ein jeder ſichtbarer Punkt eines Körpers ſendet nach allen möglichen Richtungen Licht aus; wenn alſo mittelſt einer runden Fläche z. B. durch ein Linſenglas, durch einen Hohlſpiegel, durch den Augenſtern u. ſ. f. ein Theil von dieſem Lichte aufgefangen wird, ſo wird dadurch ein Strahlenkegel gebildet, deſſen Spitze der leuchtende Punkt iſt, und die Fläche, welche das Licht auffängt, die Grundfläche deſſelben ausmacht. Wäre die Fläche, welche das Licht in ihrem Fortgange hindert, eine geradlinigte Figur, ſo würde alsdann

*) Philoſoph. Transact. Vol. XXXIX. n. 436. p. 16 ſqq.

ſtatt des Kegels eine Strahlen- oder Lichtpyramide entſtehen. Die atomiſtiſche Lehre nimmt hierbey an, daß die Lichttheilchen wirklich in geraden Strahlen von dem leuchtenden Punkte aus fortgehen, und ſich folglich in ihrem Fortgange immer weiter von einander entfernen; da im Gegentheil die dynamiſche Lehre den ganzen Raum des Lichtkegels oder der Pyramide als einen mit Stetigkeit angefüllten Raum vom Lichte annimmt, es mag nun das Licht ein wirklich reelles Weſen oder eine Qualität ſeyn.

Iſt der ſichtbare Punkt von der Fläche, welche das Licht auffängt, ſehr weit entfernet, z. B. 206264 mahl weiter, als der Durchmeſſer der Fläche groß iſt, ſo kann man alle auf die Fläche fallende Lichtſtrahlen als parallel annehmen, wiewohl ſie eigentlich aus einerley Punkte ausfließen. In einem ſolchen Falle betrachtet man alſo ſtatt der Lichtkegel, **Lichtcylinder.** M. ſ. **Parallelſtrahlen.**

Wenn ſolche Lichtkegel durch Linſengläſer gebrochen, oder auf Spiegelflächen zurückgeworfen, ſo nimmt das vorige Licht eine ganz andere Richtung, und bildet nach der Brechung und Zurückwerfung andere Lichtkegel, deren Spitzen in ganz andere Stellen fallen, als die vorigen waren. Solche Lichtkegel werden nun **gebrochene oder zurückgeworfene Lichtkegel** (coni refracti vel reflexi) genennt.

Ströme flüſſiger Materien (motus progreſſiui corporum fluidorum, flumina, fluxus, courants, torrents). In der Phyſik verſteht man unter Ströme überhaupt eine Bewegung einer Menge von flüſſiger Materie nach einerley Richtung. Auf ſolche Art entſtehen in großen Flüſſen, ſo wie im Meere, Ströme, wenn ſich eine Menge Waſſers nach einerley Richtung hinbeweget, indem das übrige angrenzende Waſſer entweder ſtill ſtehet, oder nach andern Richtungen hingehet. Dergleichen Ströme entſtehen beſonders bey der Ergießung des Waſſers großer Flüße ins Meer, indem nämlich die Gewäſſer die ſchon erlangte Geſchwindigkeit nicht in einem Augenblicke verlieren, ſondern ſelbige noch eine Zeit lang behalten. Ueberdem können Meerſtröme durch Winde, die beſtändig nach einerley Gegend hinwehen, und durch die Ebbe

und Fluth verursachet werden. Aehnliche Bewegungen der Luft heißen Luftſtröme. Auch haben manche Phyſiker zur Erklärung mancher Naturerſcheinungen eigene flüſſige Materien angenommen, welche ſich nach gewiſſen Richtungen um die Erde oder um andere Körper bewegen, wie die Carteſiniſchen Wirbel, die elektriſch. Ströme, magnetiſ. Ströme u. dgl.

Strontionerde, Erde des Strontionits (ſtrontiona) iſt eine eigenthümliche Erde, welche ſich im Strontionit, einem Foſſil, das von ſeinem Geburtsorte Strontion in Schottland den Nahmen erhalten hat, befindet. Dieß Foſſil bricht im Bleygange eines gneiſichten Gebirges zugleich mit Whiterit.

D. **Crawford** und **Sulzer** ſtellten die erſten Verſuche an, welche die Verſchiedenheit der Erde aus Strontionit von der Schwererde darthaten. Nachher haben auch **Klaproth** und **Schmeißer** die weſentliche Verſchiedenheit derſelben von allen übrigen Erden bewieſen.

In dem Strontionit iſt die Strontionerde mit Kohlenſäure verbunden. Sonſt macht ſie aber auch einen Beſtandtheil des Schwerſpaths aus, woraus ſie ſich mittelſt der Salzſäure in nadelförmigen und ſtrahligen Kryſtallen gewinnen läßt.

Die Kohlenſäure läßt ſich aus dem Strontionit ſelbſt durch ſehr heftiges Calcinirfeuer nur äußerſt ſchwer austreiben. Die reine Strontionerde hat einen ätzenden Geſchmack, löſet ſich in vielem kochenden Waſſer, nämlich in 250 Theilen, auf; vom kalten Waſſer aber erfordert ſie zu ihrer Auflöſung mehr. Die Auflöſung hat den Geſchmack eines ſtarken Kalkwaſſers, und wird durch Anziehung der Kohlenſäure an der Luft getrübt. Die geſättigte Auflöſung der Strontionerde mit kochendem Waſſer ſchießt, wenn ſie nach dem Filtriren in einer gläſernen Flaſche genau verwahret wird, zu klaren, durchſichtigen Kryſtallen an, von rhomboidaliſcher Geſtalt, die an der Luft ihre Durchſichtigkeit verlieren, ſonſt aber einen ätzenden Geſchmack beſitzen.

Für ſich ſchmelzt die Strontionerde auch im heftigſten Feuer nicht, im Thontiegel hingegen fließt ſie mit

der Thonmaſſe des Tiegels zu einem klaren, chryſolithgrünen, ſehr harten und dichten Glaſe.

M. ſ. Gren ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. III. Halle 1795. 8. S. 756 u. f. deſſen Grundriß der Chemie. Th. I. Halle 1797. 8. §. 345 u. f.

Strudel, Waſſerwirbel (gurges, vorago, vortex, gouffre). Hierunter verſteht man kreis- oder ſpiralförmige Bewegungen des Waſſers, welche durch verſchiedene lokale Umſtände verurſachet werden können, wie z. B. durchs Zuſammentreffen zweyer entgegengeſetzter Ströme, durch Ebbe und Fluth, durch den Stoß der Ströme an Klippen u. dergl. Die gefährlichſten für die Seefahrer ſind die, welche im Meere ſich befinden, obgleich auch hin und wieder auf Flüſſen kleine Wirbel entſtehen können. Bey den Alten war der chalcidiſche Euripus zwiſchen den Küſten von Böotien und der Inſel Euböa (Negroponte) berühmt, welcher jedoch von Strabo [α]), Mela [β]) und Livius [γ]) ſehr verſchieden beſchrieben wird. Dabey wird die Fabel erzählet, daß ſich Ariſtoteles ins Meer geſtürzet haben ſoll, weil er dieſen Wirbel nicht erklären konnte. Der Jeſuit Babin [δ]), der zwey Jahre zu Negroponte gewohnt hat, führet an, daß unter den 29 Tagen jedes Mondwechſels 20 ſind, an welchen das Meer daſelbſt eine ordentliche Ebbe und Fluth hat, daß aber vom 9ten bis zum 13ten, ſo wie vom 21ten bis zum 26ten Tage jedes Monats, die Ebbe und Fluth alle 24 Stunden 12 bis 14 Mahl abwechſelt. Es gehöret auch hierher die Charybdis zwiſchen Neapel und Sicilien, jetzt Cap Faro. Von dieſem ſonſt nur ſchwachen Strudel wird von den Alten erzählet, daß er täglich das Waſſer einige Mahl abwechſelnd einſchlucke und auswerfe. Der Pater Kircher [ε]) hat ihn näher unterſuchen laſſen, und gefunden, daß der Grund in einigen Stellen aus durchſchnittenen Felſen beſtehe; in andern befindet ſich ein einziger Felſen, welcher gleichſam eine Brücke zwiſchen den beyden

α) Lib. IX. β) II. 7. γ) XXIII. 6.
δ) Philoſoph. Transact. Num. 71. p. 2153.
ε) Mundus ſubterran. Tom. I. p. 97.

den Küſten Siciliens und Italiens ausmacht; an noch andern trifft man Sand an. Das Meer iſt daſelbſt in einer unaufhörlichen Bewegung.

Der berühmteſte Strudel iſt der ſo genannte **Mal-** oder **Moſkeſtrom** unter 68° Breite an der Norwegiſchen Küſte. Man hat von ihm mancherley Unrichtigkeiten verbreitet, und **Kircher** glaubte, es ſey hier ein Schlund, welcher mit dem Bothniſchen Meerbuſen zuſammenhange. Dieſer Strudel wird nach den glaubwürdigen Beſchreibungen von **Schelderup** [a]) und **Bergmann** durch Ebbe und Fluth veranlaſſet, gegen welche nach der Quere ein Meerſtrom anſtößt, welcher zwiſchen den ſo genannten Loſodden hindurchgeht. Dieſer Strom wird durch die Ebbe und Fluth ſo umgelenket, daß er ſich 6 Stunden gegen Süden, und 6 Stunden gegen Norden wendet. Wenn die Ebbe und Fluth gegen den Strom am meiſten wirket, ſo erfolget ein Wirbel gleich einem umgekehrten hohlen Kegel, deſſen Axe über 2 Klaftern beträgt; indeſſen wird in ihm nichts verſchlungen oder zermalmet, vielmehr gibt es darin die beſten Fiſche. Bey voller und ganz niedriger See iſt das Waſſer ganz ruhig. Die größte Gefahr verurſachet der Fall des Waſſers und die Menge der blinden Klippen, daher ſich die Seefahrer dem Strudel oſtwärts auf eine und weſtwärts auf 5 bis 6 ſchwediſche Seemeilen nicht nähern. Steht das Meer in der halben Fluth, indem das Waſſer nach Norden geht, ſo hat der Strom ſeinen Lauf nach Süden. Je größer aber die Fluth wird, deſto mehr wendet ſich zuerſt der ſüdliche Theil deſſelben, und ſo nach und nach das übrige gegen Südweſten, Weſten, Nordweſten, und zuletzt gegen Norden. Iſt aber das Meer halb gefallen, ſo ſteht er ein wenig ſtill, und kehret ſich dann zurück gegen Nordweſten, Weſten, Südweſten und endlich gegen Weſten ſo, daß er binnen 12 Stunden die ganze Hälfte des Compaſſes ein Mahl durch- und wieder zurückläuft. Außerdem führet **Bergmann** noch einige kleinere Strudel in der Nordſee an, welche bey ruhiger See wenig gefährlich ſind.

 M. ſ.

a) Schwed. Abhl. von 1750. der deutſch. Ueberſ. XII. B. S. 177 u. f.

M. ſ. Lulofs Einleitung zur Kenntniß der Erdkugel, durch Käſtner §. 324. S. 278. Bergmanns phyſikaliſche Beſchreibung der Erdkugel, durch Röhl. B. 1. S. 368 u. f.

Stürme ſ. Winde.

Stufenleiter der einfachen Verwandtſchaften ſ. Verwandtſchaft, chemiſche.

Stunde ſ. Sternzeit, Sonnenzeit.

Stundenkreis (circulus horarius, cercle horaire) heißt ein jeder größter Kreis der unbeweglichen Himmelsſphäre, welcher durch beyde Pole gehet, und daher auf dem Aequator ſenkrecht ſtehet. Auf ſolche Art ſind alle die (fig. 115.) durch die beyden Pole p und q gehenden größten Kreiſe Stundenkreiſe. Geſetzt es ſtehe ein Stern in ſ, ſo iſt ſein Stundenkreis, in welchem er ſich jetzt befindet, zugleich ſein Abweichungskreis. M. ſ. Abweichungskreis. Da aber dieſer Stern in ſeinem Tagekreiſe d e fortruckt, ſo kommt er auch beſtändig in andere und andere Stundenkreiſe. Es ſind alſo die Stundenkreiſe mit den Abweichungskreiſen einerley, nur daß jene zur unbeweglichen und dieſe zur beweglichen Himmelsſphäre gehören. Der Abweichungskreis p ſ q des Sterns ſ fällt innerhalb 24 Stunden auf alle mögliche Stundenkreiſe. Auf ſolche Art kann man ſich unzählige Stundenkreiſe vorſtellen, indem durch jeden Punkt des Aequators einer gehen kann. Wenn man aber den Aequator in 24 Theile vom Meridiane des Beobachtungsortes aus eintheilet, ſo wird der Stern ſ gerade eine Stunde Sternzeit gebrauchen, um von einem Stundenkreiſe zum andern zu kommen, die Sonne aber eine Stunde Sonnenzeit. Vom Meridiane des Beobachtungsortes an wird alſo der Stern binnen 24 Stunden Sternzeit durch alle Stundenkreiſe, und die Sonne binnen 24 Stunden Sonnenzeit durch ſelbige gegangen ſeyn. Da wir nun im gemeinen Leben uns nach der Sonnenzeit richten, ſo folgt daraus, daß wir 1 Uhr haben müſſen, wenn ſich die Sonne im erſten, 6 Uhr, wenn ſie ſich im zwölften Stundenkreiſe befindet u. ſ. f.

Die Ebenen aller Stundenkreiſe ſchneiden ſich in der Weltaxe p q. Wenn man ſich alſo ſtatt dieſer gemeinſchaftlichen

lichen Durchſchnittslinie p q aller dieſer Kreiſe einen dünnen Stift vorſtellet, welcher der Sonne gegenüber einen Schatten wirft, ſo wird nothwendig dieſer Schatten bey jedem Sonnenſtunde in den nämlichen Stundenkreis fallen, worin die Sonne ſteht. Weil man nun die ganze Erdkugel als unendlich klein im Mittelpunkte des ganzen Weltraums in Rückſicht dieſer Erſcheinungen annehmen kann, ſo iſt es leicht zu begreifen, daß ein jeder mit der Weltaxe parallele Stift auf der Erdfläche als ein Stück der Weltaxe ſelbſt betrachtet werden kann, und daß der Schatten dieſes Stiftes jederzeit in die Ebene des Stundenkreiſes fällt, in welcher die Sonne ſtehet. Hierauf beruhet die Verfertigung der Sonnenuhren, wovon die **Gnomonik** weitern Unterricht ertheilen muß.

Hieraus wird aber nun auch der Gebrauch des Stundenkreiſes auf den künſtlichen Erd- und Himmelskugeln begreiflich. M. ſ. **Himmelskugel, künſtliche.** Dieſer wird nämlich an den Stundenkreiſen eben ſo gut, wie der Aequator, in 24 Theile getheilt. Aus dieſem Grunde geht der Zeiger um den Pol um eben ſo viele Sternſtunden fort, als dem Stücke der Himmelsſphäre, um welches man ſie fortgedrehet hat, zugehöret.

Stundenwinkel (angulus horarius, angle horaire) heißt derjenige Winkel, welchen ein Stundenkreis mit dem Mittagskreiſe des Ortes macht. Wäre der Kreis (fig. 115.) a f q g der Mittagskreis des Ortes, ſo würde der Stundenwinkel der Winkel b a ſ ſeyn. Das Maß dieſes Winkels iſt der Bogen h b des Aequators b c. Wenn man dieſen Bogen in Zeit verwandelt, ſo zeiget dieſe, wie lange der Stern ſ noch in ſeinem Tagekreiſe fortgehen müſſe, ehe er in den Mittagskreis in d anlangt. Der Stundenwinkel b p ſ läßt ſich durch Auflöſung des Kugeldreyeckes a p ſ finden, wenn in ſelbigem drey Stücke bekannt ſind.

Sublimat, ätzender ſ. **Queckſilber.**

Sublimation ſ. **Deſtillation.**

Subtil ſ. **Fein.**

Süd, Süden ſ. **Mittagspunkt.**

Südliche Abweichung, Breite, Halbkugel, u. ſ. f. ſ. Abweichung, Breite u. ſ. f.

Südlicht, Auſtralſchein (aurora auſtralis, lumen auſtrale, aurore auſtrale, lumière auſtrale) iſt ein Lichtſchein, welchen die Bewohner der Südländer gegen den Südpol hin ſehen, und welcher demjenigen ähnlich iſt, den wir gegen den Nordpol unter dem Nahmen **Nordlicht** gewahr werden. Ohne Zweifel hat auch das Südlicht mit dem Nordlichte eine ähnliche Beſchaffenheit und gleiche Urſachen.

Die Seefahrer unter **Cook's** Anführen ſcheinen dieſe Erſcheinung zuerſt im Jahre 1773 geſehen zu haben, ob man gleich vorher eine ſolche vermuthet hatte. Nach Herrn **Forſters** Erzählung iſt das Südlicht dem Nordlichte völlig gleich. Er nahm alle Phänomene, die beym Nordlichte ſich zeigen, beym Südlichte auf gleiche Art gewahr. Uebrigens beobachteten ſie die Südlichter am 18, 19, 20, 21 und 26ſten Februar, und den 15 und 16ten März 1773.

Nach Herrn **Lichtenbergs** *) Vermuthung zeige vielleicht unſere Erdkugel, wie ein großer Turmalin, an beyden Polen entgegengeſetzte Elektricitäten, welche durch die Wärme erreget würden.

Südpol am Himmel ſ. **Weltpole.**

Südpol der Erde ſ. **Erdpole.**

Sümpfe (ſtagna, etangs) ſind Sammlungen großer Gewäſſer, welche in keiner ſichtbaren, wenigſtens keiner unmittelbaren Gemeinſchaft mit dem Meere ſtehen. Von dieſen unterſcheidet man die **Moräſte, Moore, Brüche** (paludes, marais). Hierunter verſteht man Sammlungen ſolcher Gewäſſer, welche durch Vermiſchung mit erdigen Subſtanzen einen Theil ihrer Flüſſigkeit verloren haben, ſo daß ſie nicht ſchiffbar ſind.

Die eigentlichen Sümpfe verändern die Höhe ihrer Oberfläche nicht merklich, wenn gleich ein ſtarker Zufluß von Waſſer in ſelbige ſich ergießet. Dergleichen gibt es ſehr viele beſonders in Aſien. Die beträchtlichſten davon ſind

*) Super noua methodo, naturam et motum fluidi elect. inueſtigandi; in comm. ſoc. Goett. Claſſ. mathem. 1779. Tom. I. p. 78.

ſind das kaspiſche Meer, der See Aral, der See Maravi in Afrika, der See oder das Meer Mouſſa, der See Tozzer u. ſ. w.

Das kaspiſche Meer (mare Hyrcanum ſ. Caſpium) iſt ungefähr 7820 Quadratmeilen groß, und in der Mitte über 300 Fuß tief. Es wurde vom Ptolemäus auf ſeiner Karte zuerſt angegeben, aber ſeine Breite größer, als ſeine Länge geſetzet; Olearius hat aber dieſe Unrichtigkeit in ſeiner moſkowitiſchen und perſiſchen Reiſebeſchreibung zuerſt bemerket. Herodot beſchreibet das kaspiſche Meer als einen See, Strabo hingegen glaubet, es hänge mit dem großen Weltmeere zuſammen. Im 17ten Jahrhunderte hat man über die Geſtalt und Beſchaffenheit dieſes Meeres geſtritten. Erſt im Jahre 1718 ließ es Peter der Große genauer unterſuchen, woraus die erſte richtige Karte deſſelben entſtand [α]). In das kaspiſche Meer ergießen ſich ſehr anſehnliche Flüſſe, von welchen die Wolga allein ungefähr in jeder Minute 15 Millionen, oder täglich 21600 Millionen Cubikfuß Waſſer hineinbringt. Wenn man überdem das übrige Waſſer, welches durch den Jſaik, die Yemba u. ſ. w. das aus der Atmoſphäre herabgefallene mit eingeſchloſſen, in daſſelbe kommt, nur doppelt ſo groß annimmt, ſo müſſen täglich wenigſtens 648000 Millionen Cubikfuß Waſſer in dieſes Meer fallen, an welchem doch weder ein Abfluß, noch ein Zunehmen ſeiner Höhe bemerket wird. Um es nun begreiflich zu machen, wo dieſe große Menge Waſſers hinkomme, haben einige angenommen, es ergieße ſich dieſes Waſſer durch einen unterirdiſchen Kanal in den perſiſchen Meerbuſen. Kircher [β]) führet aus einem perſianiſchen Schriftſteller an, das ſchwarze Meer werde unruhig, wenn der Oſtwind auf dem kaspiſchen Meere ſtürme, dagegen dieſes letztere Wellen werfe, wenn das ſchwarze Meer durch den Weſtwind beweget werde; auch, daß man an den Ufern des ſchwarzen Meeres Auswürfe von Seegräſern, Bäumen und Schlangen finde, welche man ſonſt nur im kaspi-

α) Mémoir. de l'Academie de Paris 1721. p. 320.
β) Mund. ſubterran. Tom. I. p. 80 ſqq.

kaſpiſchen Meere antreffe. Dahingegen erzählet der Jeſuit **Philipp April** *), daß man zur Herbſtzeit im perſiſchen Meerbuſen ſehr häufig Weidenlaub finde, obgleich die Weide im mittägigen Perſien ganz unbekannt ſey, und nur um die Ufer des kaſpiſchen Meeres wachſe; auch daß bey Kilan zwey tiefe Schlünde wären, durch welche das Waſſer des kaſpiſchen Meeres in den perſiſchen Meerbuſen ſich ergieße. Allein **Blumeſtorf** hat genauere Unterſuchungen darüber angeſtellet und dieſe beyden Schlünde als unrichtig befunden. Nach **Bergmanns** Ueberſchlage iſt die Ausdünſtung nicht hinreichend, dieſe Erſcheinung zu erklären. Denn nimmt man die Ausdünſtung jährlich auf 30 Zoll, und die Oberfläche des Meeres 3650 ſchwed. Quadratmeilen an, ſo findet man die jährliche Ausdünſtung wenig über 14 Billionen Cubikfuß, da der Zufluß nach der obigen Berechnung über 23½ Billionen Cubikfuß im Jahre betragen müßte. Dagegen behauptet aber doch **Gmelin** **), daß gerade ſo viel Waſſer verdunſte, als das Meer wieder erhalte, ohne daß etwas in den perſiſchen Meerbuſen ausgeleeret werde.

Uebrigens ſcheint es ausgemacht zu ſeyn, daß das kaſpiſche Meer mit dem ſchwarzen Meere ſonſt in Verbindung geſtanden hat; jetzt iſt es niedriger als es ſonſt war, und hat beträchtlich abgenommen; daher muß es entweder durch Verdunſtung mehr Waſſer verlieren, als es mittelſt des Regens und der Flüſſe erhält, oder ein Theil ſeines Waſſers muß wirklich unter der Erde einen Abzug haben, und ſo in andere Meere übergehen, oder ſich im Innern der Erde verlaufen.

Gewöhnlich iſt das Waſſer der Sümpfe mehr oder weniger ſalzig; von dieſer Art iſt das Waſſer des kaſpiſchen Meeres, des Sees Aral, des ſchwarzen und des todten Meeres u. ſ. w. wovon der Artikel, **Meer**, nachzuſehen iſt.

Was die eigentlichen Moräſte, Moore u. ſ. betrifft, ſo ſind dieſe nach **Lulofs** von doppelter Art. Zur erſten Art gehören

*) Voyage en divers états d'Europe et d'Aſie. à Paris 1693. 12. ſ. Acta erudit. Lipſ. Febr. 1694. p. 63.

**) Reiſe durch Rußland. Dritter Theil. St. Petersb. 1774.

gehören diejenigen, deren feſte Subſtanzen unverbrennlich ſind, und welche aus bloßer Vermiſchung des Waſſers mit einem ſandigen oder lehmigen Boden entſtehen. Solche Gewäſſer finden ſich überall, wo Quellen in der Tiefe entſpringen, deren Waſſer nicht ablaufen kann; wo Gründe mit Abhängen umſchloſſen ſind, ſo daß das herabkommende Regen- und Schneewaſſer nicht weiter abfließen kann; wo endlich in niedrigen Gegenden große und dicke Gehölze die Ausdunſtung und den Abfluß des von Bergen kommenden Waſſers verhindern. Zur zweyten Art gehören die **Torfmoore**, deren feſte Subſtanz verbrennlich iſt. Der **Torf** beſteht aus verweſeten Wurzeln mehrerer Sumpfgewächſe, welche oft zum Theil von Erdharz durchdrungen ſind. Er läßt ſich, wie die Steinkohlen verkohlen, und ſo zu verſchiedenem Gebrauche geſchickter machen. Das meiſte Torfland iſt feucht und ſumpfig; jedoch gibt es auch alte mehr ausgetrocknete Torflagen, oft hoch über dem Waſſer, und mitten unter andern Erdſchichten von verſchiedenen Materien. In niedrigen Gegenden des feſten Landes, die beſonders etwas feucht ſind, wird der Torf in Menge gefunden. Nach Herrn **Weber** α) ſoll der Ruß des holländiſchen Torfs wahren Salmiak enthalten; er ſcheint jedoch mehr zufällig, als weſentlich da zu ſeyn.

Die vorzüglichſten Schriften, welche von dem Torfe der verſchiedenen Länder gehandelt haben, ſind die von **J. H. Degner** β), **Abildgaard** γ), **Hagen** δ), **Schulze** ε) und **Fiſcherſtröm** ζ).

Ueber die Benutzung der Torfmoore hat **Findorf** η), und aus demſelben **de Lüc** ϑ) Unterricht ertheilet.

M. ſ.

α) In dem phyſiſch. chem. Magazin. Th. I. S. 126.
β) Diſſ. de Turfis, Traj. ad Rhen. 1729. 8.
γ) Abhandl. vom Torfe; aus dem Dän. Kopenh. 1765. 8.
δ) Phyſ. chem. Betracht. über d. Torf in Preußen. Königsb. 1764. 8.
ε) Betracht. der brennbaren Mineralien in Sachſen. Dresd. 1771. 8.
ζ) Anmerkung. vom Torf. in den neuen ſchwed. Abhandl. 1781. B. II, S. 255. und in Crells Annalen. 1784 B. I. S. 457 f.
η) Anmerk. über die Moore im Herzogth. Bremen; in Beckmanns Beyträgen zur Oekon. Technolog. Polizey- und Cameralw. 4. Th.
ϑ) Briefe über die Geſchichte der Erde und des Menſchen. B. II. der Ueberſ. S. 314.

M. ſ. Lulofs Einleitung zur mathemat. und phyſikal. Kenntniß der Erdkugel, a. d. Holländ. v. Käſtner. Götting. und Leipz. 1755. 4. Cap. 15. Torb. Bergmann phyſikal. Beſchreibung der Erdkugel, a. d. Schwed. von Röhl, B. I. Greifsw. 1780. 8. Abth. III. Cap. 3 u. 4. De Lüc Briefe über die Geſchichte der Erde und des Menſchen, a. d. Franz. B. II. Leipz. 1782. 8. S. 322 f.

Sumpfluft ſ. Gas, brennbares.

Sympathie (ſympathia, ſympathie). Man verſteht darunter eine gewiſſe geheime Verbindung zweyer oder mehrerer Körper gegen einander, ſo daß dadurch unglaubliche Wirkungen hervorgebracht werden. Die Scholaſtiker redeten viel von der Sympathie, und rechneten ſie zu den verborgenen Qualitäten. So glaubten ſie z. B., daß unſere Erde in einer ſolchen Verbindung mit den Himmelskörpern ſich befände, woraus ſie die Bewegungen derſelben zu erklären ſuchten. Wenn die Wirkung der Körper gegen einander durchs Abſtoßen zu erfolgen ſchien, ſo legten ſie den Körpern eine Antipathie bey.

Jetzt wird aber wohl kein vernünftiger Naturforſcher mehr an Sympathie und Antipathie denken, ob es gleich bey dem gemeinen Manne noch ſehr im Gange iſt, beſonders Krankheiten durch Sympathie zu heilen. Aerzte dieſer Art ſollten freylich nicht geduldet werden, ihre Abſicht iſt offenbar Gewinnſucht; allein ſie ſind bey der größten Wachſamkeit nicht immer zu entdecken.

Synodiſcher Monath ſ. Monath.

Syzygien (ſyzygiae, ſyzygies). Mit dieſem Nahmen bezeichnet man diejenigen Stellungen zweyer Planeten, in welchen ſie mit der Erde faſt in gerader Linie ſich befinden, mithin in ihrer Zuſammenkunft, oder in ihrem Gegenſchein. M. ſ. Aſpekten. Vorzüglich wird dieſer Ausdruck bey der Zuſammenkunft und dem Gegenſchein des Mondes mit der Sonne oder bey den Erſcheinungen des Neumondes und des Vollmondes gebrauchet. M. ſ. Quadratur.

Ende des vierten Theils.

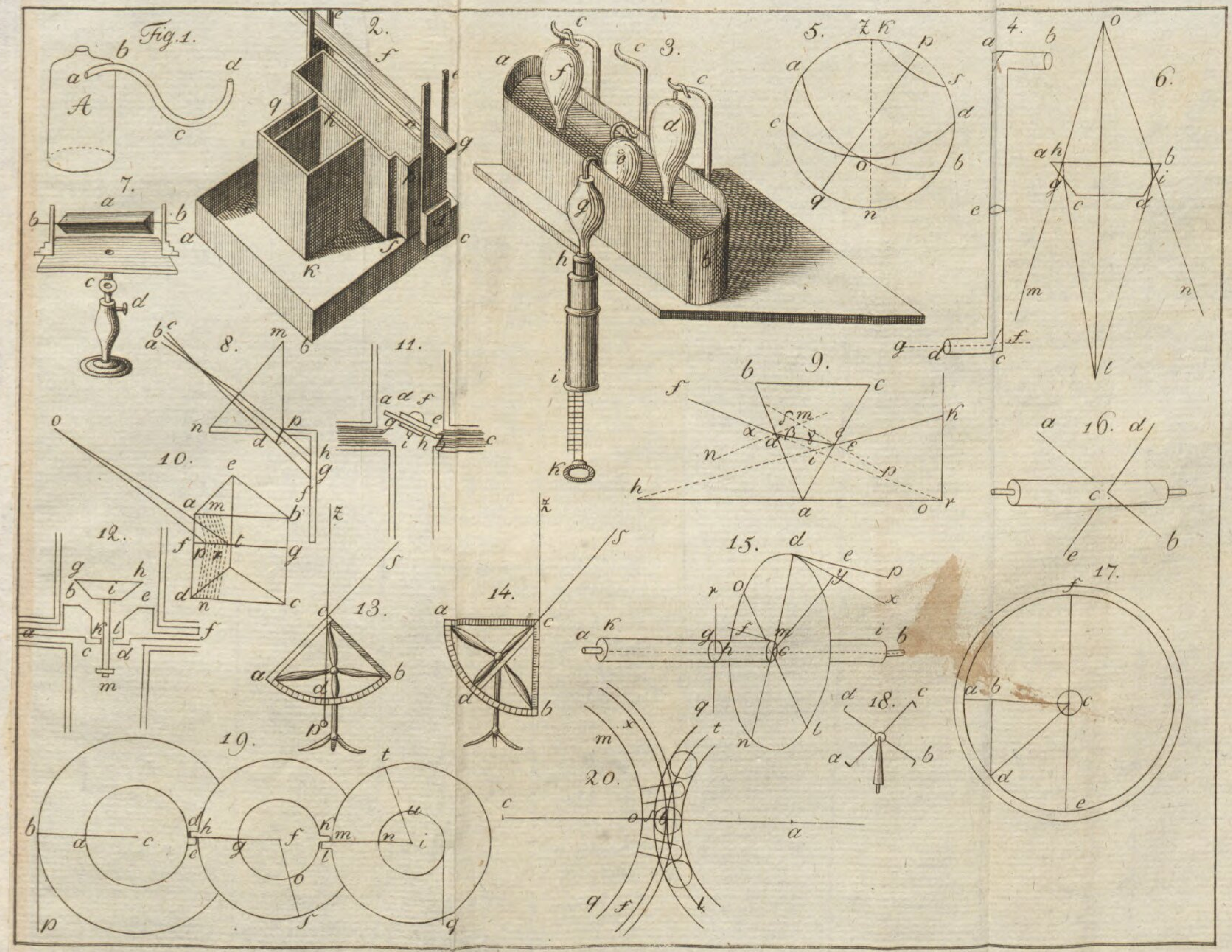
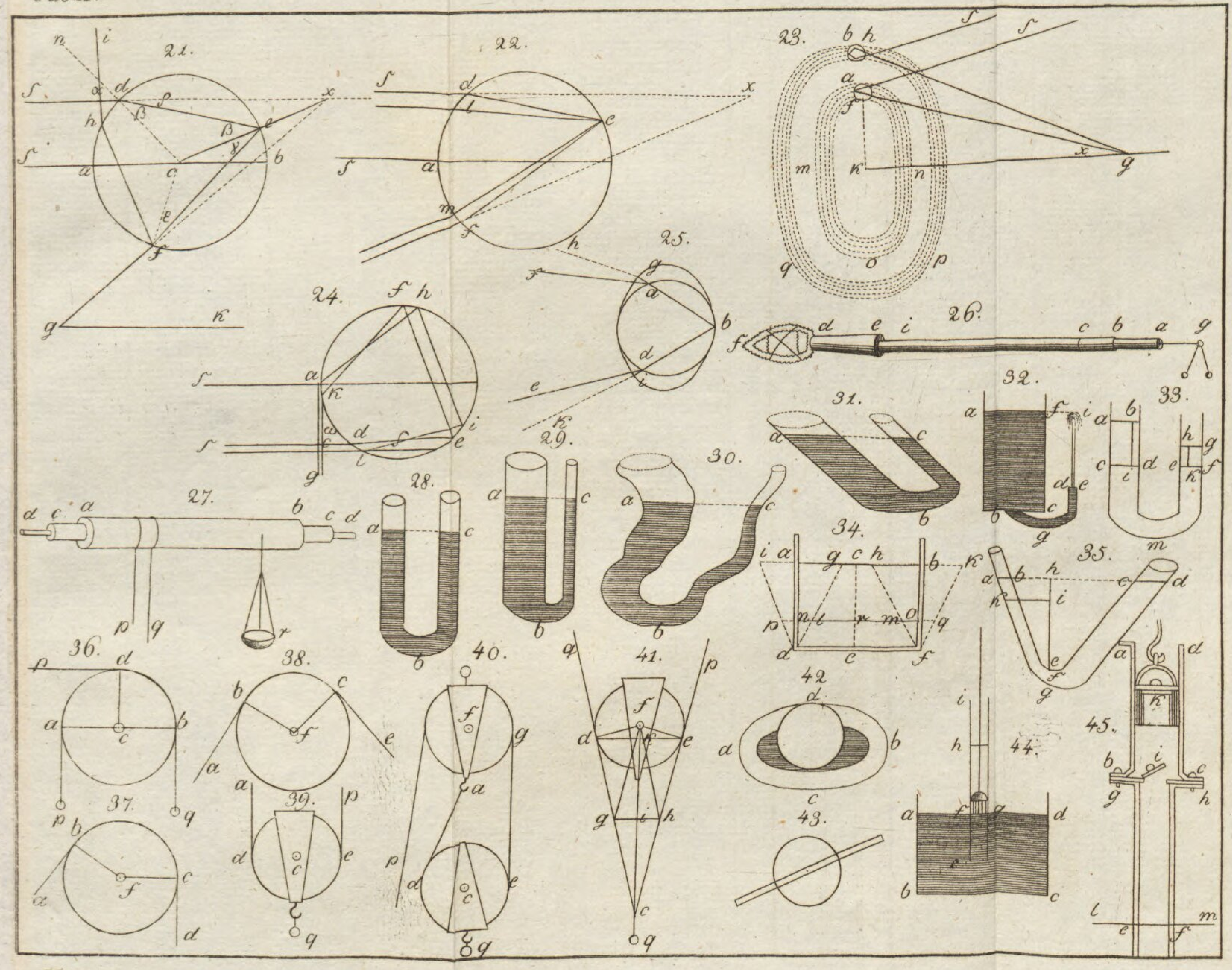


Fig. 1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.


21.
22.
23.
24.
25.
26.
27.
28.
29.
30.
31.
32.
33.
34.
35.
36.
37.
38.
39.
40.
41.
42
43.
44.
45.

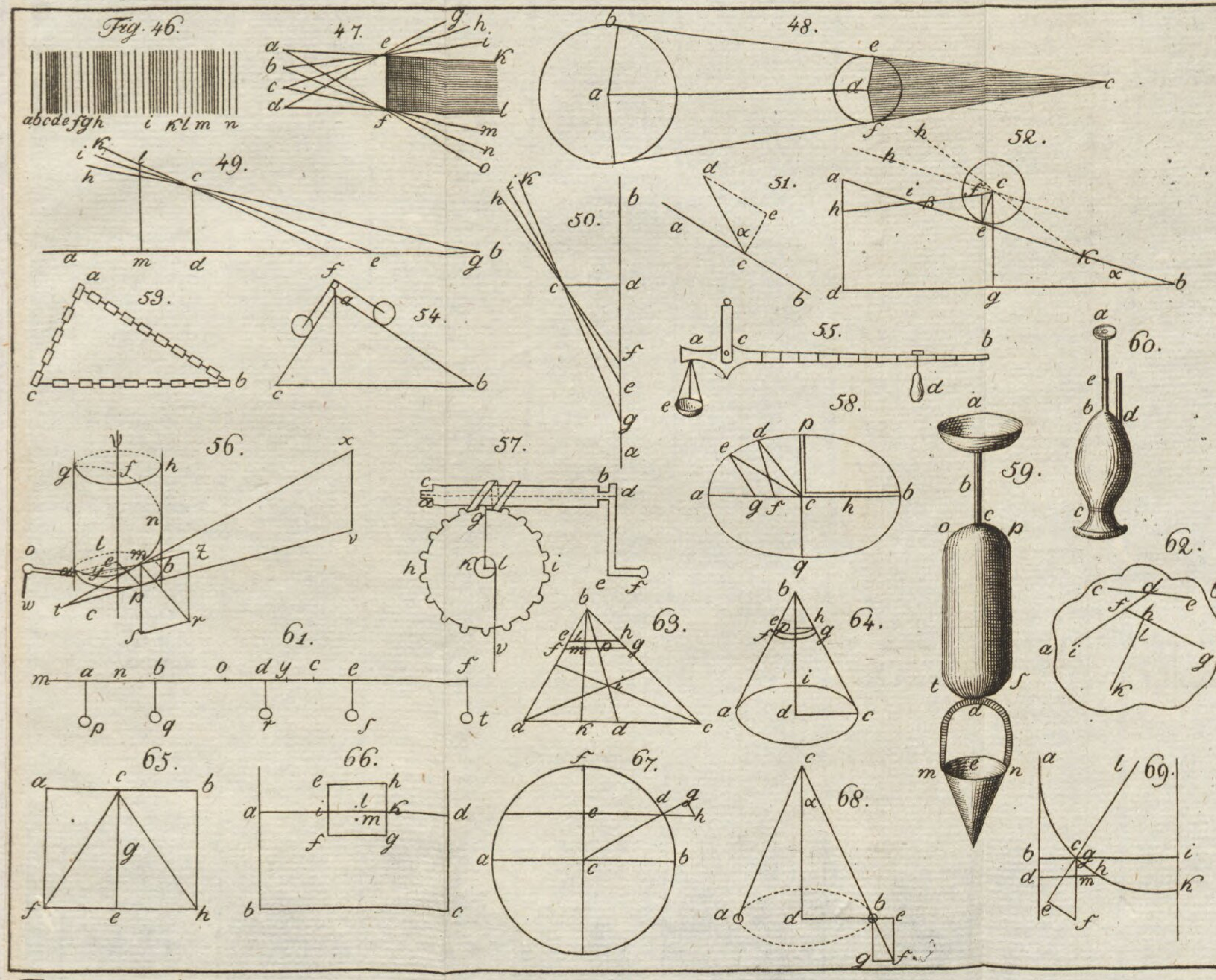
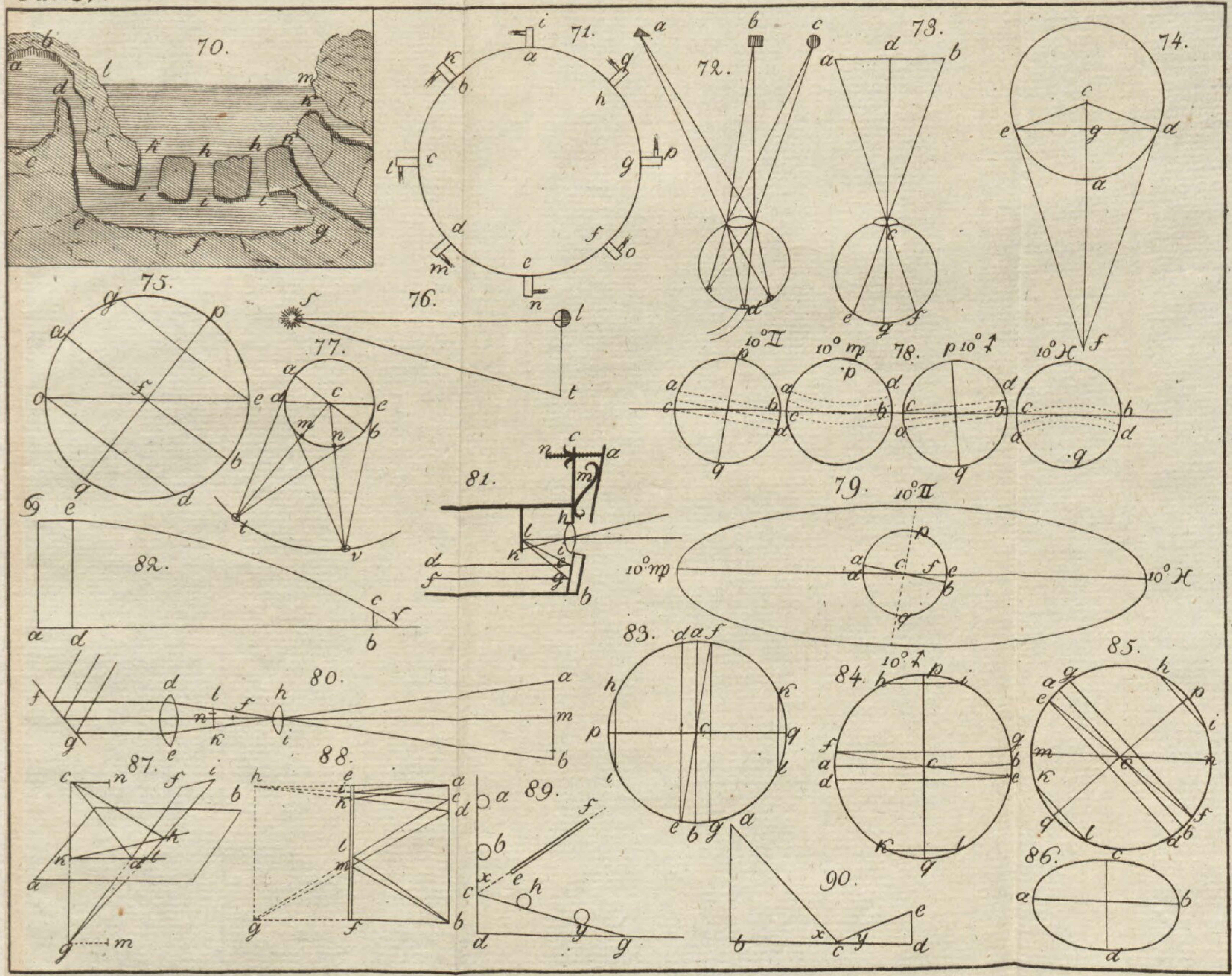
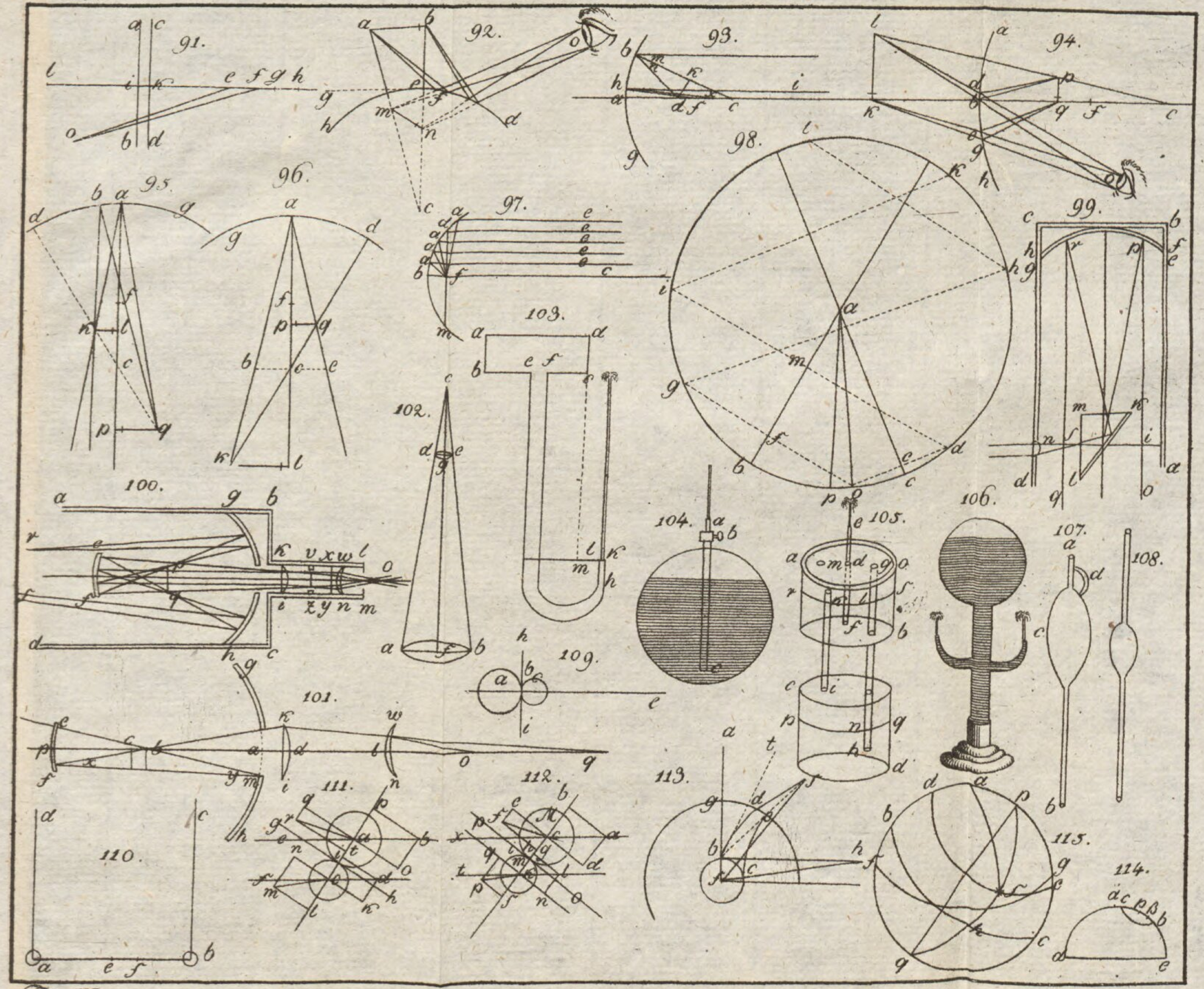


Fig. 46.
47.
48.
49.
50.
51.
52.
53.
54.
55.
56.
57.
58.
59.
60.
61.
62.
63.
64.
65.
66.
67.
68.
69.


70.
71.
72.
73.
74.
75.
76.
77.
78.
79.
80.
81.
82.
83.
84.
85.
86.
87.
88.
89.
90.

Tab. V.


91.
92.
93.
94.
95.
96.
97.
98.
99.
100.
101.
102.
103.
104.
105.
106.
107.
108.
109.
110.
111.
112.
113.
114.
115.

Tom. IV.

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Fischer, Johann Carl,

Physikalisches Wörterbuch oder Erklärung der vornehmsten zur Physik gehö rigen Begriffe und Kunstwörter so wohl nach atomistischer als auch nach dynamischer Lehrart betrachtet mit kurzen beygefügten Nachrichten von der Geschichte der Erfindungen und Beschreibungen der Werkzeuge in
Bd.: 4

Göttingen 1801

Phys.g. 121 b-4
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10131018-2
VD18 9003449